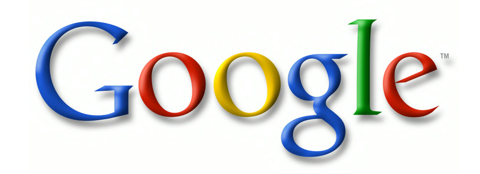
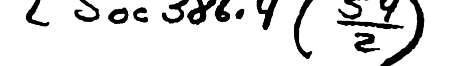








1866

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

VIER UND FÜNFZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1866.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LIV. BAND. II. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1866. — HEFT VI BIS X.

(Mit 20 Tafeln und 2 Karten.)



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1866.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND. I. HEFT.

Jahrgang 1866. — Juni.

(Mit 6 Tafeln.)

ZWEITE ABTHEILUNG

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1866.

INHALT.

1868, Nov. 6.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XIV. SITZUNG VOM 7. JUNI 1866.

Herr Hofrath A. Ritt. v. Ettingshausen im Vorsitze.

Die h. königl. ungarische Hofkanzlei übermittelt, mit Zuschrift vom 24. Mai, die tabellarischen Ausweise über die Eisverhältnisse der Theiß im Winter 1865/6.

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz berichtet vorläufig: 1. „Über eine in Gemeinschaft mit Herrn Grafen A. Grabowski ausgeführte Untersuchung der sogenannten Carminsäure“; 2. „Über eine Beziehung der Harze zu der sogenannten Gerbsäure“; 3. „Über einige Derivate der Paraoxybenzoesäure“ von Herrn Dr. Barth.

Der Secretär legt folgende eingesendete Mittheilungen vor:

„Beitrag zur Kenntniß des Luteolin“, von Herrn Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag.

„Mineralogische Mittheilungen. I. Eine neue Calcitform von Přibram“, von dem c. M. Herrn Prof. Dr. V. v. Zepharovich in Prag.

Von Herrn Prof. Dr. E. Mach in Graz: 1. „Über den physiologischen Effect räumlich vertheilter Lichtreize“; 2. „Über wissenschaftliche Anwendungen der Photographie und Stereoskopie“; 3. „Bemerkungen über den Effect intermittirender Tonreizungen“.

Die letztgenannte Mittheilung ist für den Anzeiger bestimmt.

Von Herrn A. Pichler: „Entwurf einer Schöpfungstheorie“.

Eine für den Anzeiger bestimmte weitere Mittheilung: „Über Murmelthiere bei Gratz,“ von Herrn Prof. Osc. Schmidt.

Herr Dr. A. Boué übergibt eine Notiz: „Über den rosenfarbigen, dichten, halb krystallinischen Kalk der hebridischen Insel Tyrie in Schottland“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna: Memorie. Serie II. Tomo IV, Fasc. 4. Bologna, 1865; 4°

— Regia, di Scienze, Lettere ed Arti in Modena: Memorie. Tomo VI, Modena, 1865; 4° — Programma pel Concorso ai pramii 1866.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1866. Berlin; 8°

Annales des mines. VIe Série. Tome VIII., 4e Livraison de 1865. Paris, 1865; 8°

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 9 bis 11. Wien, 1866; 8°

Astronomische Nachrichten. Nr. 1585—1586. Altona, 1866; 4°

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. II., Punt. 5^a. Venezia, 1865; 8°

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXII. Nr. 18—21. Paris, 1866; 4°

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 3e Volume, 20e—22e. Livraisons. Paris, 1866; 8°

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 20—23. Wien, 1866; 8°

Istituto, I. R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XII., Part. 3. Venezia, 1866; 4° — Atti. Tomo XI., Ser. III^a. Disp. 5^a. Venezia, 1865—66; 8°

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 15—16. Wien, 1866; 4°

Lesehalle der deutschen Studenten zu Prag: Jahresbericht. 1. Februar 1865 — Ende Jänner 1866. Prag; 8°

Mittheilungen des k. k. Artillerie-Comité. Jahrg. 1866. 3. Heft, Wien; 8°

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1866. IV. Heft. Gotha; 4°

Moniteur scientifique. 225e—226e Livraisons. Tome VIII, Année 1866. Paris; 4°

Osservatorio, R., di Modena: Bullettino meteorologico. Vol. I. Nr. 1—3. 4°

— Reale, di Palermo: Bullettino meteorologico. Nr. 1. — Vol. II. Gennaro, 1866; 4°

Reader. Nrs. 176—179, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Society, The Asiatic of Bengal: Journal. Part. I. Nr. 4; Part. II, Nr. 4. 1865. Calcutta; 8°

Verein, naturhist.-medizin., zu Heidelberg: Verhandlungen. Bd. IV, 2. Heft. 8°

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrgang. Nr. 37 — 45. Wien, 1866; 4°

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 15. Gratz, 1866; 4°

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XVIII. Jahrg., 4. Heft. Wien, 1866; 4°

Brakwasser-Studien an den adriatischen Küsten.

(Die Mündungen der Narenta, Cettina, Kerka, Etsch.)

Von **Dr. Joseph R. Lorenz.**

(Mit 2 lith. Tafeln und einer Tabelle.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 26. April 1866.)

In früheren Abhandlungen [1]) habe ich nachgewiesen, daß das Süßwasser der Flüsse bei ihrer Mündung ins Meer sich auf sehr weite Strecken in einer verhältnißmäßig wenig mächtigen und seewärts immer dünner werdenden Schichte über dem schwereren Salzwasser schwimmend ausbreitet, und daß selbst an solchen Mündungen, wo das Wasser von heftigen Fluth- und Ebbeströmungen aus- und eingeschoben wird (wie bei der Elbe), eine gewisse Übereinanderschichtung der süßen, dann der brakischen und halbgesalzenen bis zu den vollsalzigen Wässern nicht zu verkennen ist.

Es schien mir für mehrere Fragen der Organismenvertheilung, der Cultur maritimer Producte, ja auch der Paläontologie von Interesse, etwas genauer das Verhältniß zu kennen, in welchem die horizontalen und verticalen Dimensionen jener verschiedenen untersalzigen Wasserschichten bei und außerhalb der Flußmündungen zu der Masse oder zur Geschwindigkeit oder zur bewegenden Kraft der Flüsse — kurz zu den wesentlichsten Bestimmungsstücken solcher Ausbreitungen — stehen.

Ich suchte daher bei Gelegenheit einer im Frühjahre 1864 nach Dalmatien und Venetien unternommenen Dienstreise Daten zu sammeln, welche hierüber allgemeinere Gesetze in möglichst bestimmter Form aufzustellen erlauben würden.

Dabei war ich durch eine Subvention von Seite der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften wesentlich unterstützt. Auch verdanke ich vieles der Zuvorkommenheit des k. k. Hafenadmiralates

---

[1]) Physikalische Verhältnisse und Organismenvertheilung im quarnerischen Golfe. Wien, 1863. — Brakwasser-Studien an der Elbemündung. Sitzungsbericht der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1864.

Zu Seite 6.

				7. Mai Morgens							8. Mai Morg.
	X ↙↗	a ↙↗		h	i	k	l	m	n	o	p
wenig Regen.											Sirrocco
0	1.028	1.000	00	1.000	. .	1.000	1.000	1.000	1.000	1.002	1.008
58	. .	. .	00	1.000	. .	. .	. .	. .	. .	1.011	1.018
6	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	1.010	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	1.020
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	1.000	. .	. .	1.020
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	1.022
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	.
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	1.029
.	. .	. .	.	. .	1.000	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	1.000	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	1.000	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	1.001	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	00	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
.	. .	. .	.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .



in Venedig, welches gegen Ersatz der Kosten die schnelle Beistellung eines kleinen Kriegsdampfers (Thurn-Taxis) für die Fahrten an der venetianischen Küste gewährte.

Dem damaligen Commandanten des Kanonenbootes Sansego in Klek, Herrn Linienschiffs-Lieutenant Herzfeld, bin ich für Überlassung eines wohlbemannten Bootes zu den Untersuchungen an der Narentamündung in Dalmatien, wobei Seecadet A. Ziller mir wesentlich behilflich war, zu Danke verpflichtet.

Schon in den beiden früheren Arbeiten wurde, um in das hier näher zu erörternde Phänomen der Wasserschichtung einen klaren Einblick zu gewähren, ein verticaler Schnitt in Betrachtung gezogen, der in der Mittellinie des Flusses von einer noch oberhalb der Mündung, aber nahe an derselben gelegenen Stelle seewärts bis zu jenem Punkte gedacht wird, wo alle Spuren geringerer Salzigkeit aufhören und das vollgesalzene Seewasser anfängt.

Dieser Schnitt stellt einen Keil dar, dessen Basis an dem obenerwähnten Anfangspunkte oberhalb der Mündung im Flusse, dessen Spitze weit draußen in der See liegt. Unter diesem Süßwasserkeil drängt sich umgekehrt ein Salzwasserkeil eine größere oder kleinere Strecke im Mündungsbette aufwärts.

Es gilt nun genauer festzustellen, welche Dicke und Länge jener seewärts gerichtete Keil von süßem, brakischem und halbgesalzenem Wasser unter gegebenen Verhältnissen haben müsse.

Es ist von vornherein anzunehmen, daß beide Dimensionen desto größer sein werden, je größer die Masse des Flusses, — und daß insbesondere die Länge (oder der Radius) der Süßwasserausbreitung auch von der Geschwindigkeit des ausmündenden Stromes abhängen dürfte.

Abgesehen von diesen Hauptbedingungen muß auch noch die Gestaltung des Mündungsbettes, dann Ebbe und Fluth bedeutenden Einfluß auf die Modalitäten der Wasserschichtung nehmen.

In dieser Beziehung sind vier Fälle zu unterscheiden:

a) Bei Meeren mit schwachen Gezeiten (wie Mittelmeer, Adria, Pontus, Ostsee).	1. Steiler Böschungsabfall des Bodens von der Flußmündung ins Meeresbecken. 2. Flacher Abfall des Bodens aus dem Flußbette zum Meeresgrunde.
b) Bei Meeren mit heftigen Gezeitenströmungen.	3. Wie 1. 4. Wie 2.

Für den ersten, den einfachsten und best ausgesprochenen Fall finden sich Beispiele an den Mündungen der dalmatinischen Flüsse (Kerka, Cettina, Narenta, Ombla) in das steil abfallende Meeresbecken der von nur geringer Fluthströmung bewegten Adria.

Der zweite Fall läßt sich an der entgegengesetzten flachen Küste der Adria an den Flüssen Piave, Brenta, Etsch und Po beobachten.

Den dritten Fall finden wir an den Mündungen norwegischer Flüsse ins atlantische Meer.

Der vierte Fall endlich tritt an den deutschen Nordküsten, an der Mündung der Elbe, Weser u. s. w. ein, wo der Boden der Flüsse ganz allmählich in den nur um wenige Faden tieferen Meeresgrund verläuft.

Diesen letzten Fall habe ich in der citirten Abhandlung über die Elbemündung etwas näher skizzirt.

Die atlantischen Küsten, zur Betrachtung des dritten Falles, sind mir bisher zu ferne gelegen.

Für die beiden ersten Fälle sind nun die Daten beobachtet worden, welche, zusammengehalten mit denen von der Elbemündung, hier weiter verwerthet werden sollen.

An der Steilküste Dalmatiens (erster Fall) habe ich die Mündungen der Narenta, Cettina und Kerka beobachtet.

Die erhobenen Daten sollen unter Hinweisung auf die Kärtchen in Taf. I skizzirt werden.

Der Narentastrom, der mächtigste aus den Dreien, mündet in zwei Armen (vergl. Taf. I, Fig. 1), deren erster (der tiefere und fahrbare) bei mittlerem Wasserstande eine Viertelmeile oberhalb der Mündung (beim Punkte I gemessen) ein benetztes Querprofil von nahezu 2000 Quadratfuß, im Stromstrich eine Geschwindigkeit von 2 Fuß per Secunde, im Mittel eine Geschwindigkeit von 1·8 Fuß per Secunde hat und, nach der in fünf Profilabschnitten vorgenommenen Berechnung [1]), im Ganzen 3000 Kubikfuß per Secunde durch jenes

[1]) Die Messungen sind von zwei zu zwei Klaftern horizontaler Distanz an quergespannten Leinen ausgeführt, die Geschwindigkeiten mittelst Schwimmer an dünnen starken Fäden bestimmt worden. Bei diesen letzteren wurde dafür gesorgt, daß sie keinen zu langen Weg zurücklegten, damit nicht durch allmähliches Hineingerathen in den stärkeren Stromstrich die Geschwindigkeit der außer dem Strich befindlichen Punkte gefälscht würde.

Profil führt. Gerade bei der Mündung hat sich eine schmale Barre aufgeschüttet, wo das Wasser nur 1—3 Fuß tief ist, während es dann außerhalb der Barre rasch in 10—20 Faden abfällt.

Der kleinere Arm hat eine noch seichtere Barre, und wies beim Punkte *i* ein Profil von 2216 Quadratfuß, eine größte Geschwindigkeit von 4 Fuß und eine Decharge von 6000 Kubikfuß per Secunde.

Die Cettina ist ein rasches Flüßchen, welches ungetheilt über eine Barre mit nur 1—4 Fuß Wassertiefe (bei mittlerem Wasserstande) in das tiefe Meeresbecken sich ergießt.

Bei der Stadt Almissa (vergl. Taf. I, Fig. 2, Punkt I) gemessen, ergab sich ein benetztes Querprofil von 2179 Quadratfuß, eine größte Geschwindigkeit von 5 Fuß, eine mittlere von 3·5 Fuß und eine Entleerung von 8200 Kubikfuß durch jenes Profil.

Diesen beiden über Barren ausmündenden Flüssen steht die Kerka mit ganz eigenthümlicher Terraingestaltung gegenüber.

Der Kerkafluß (vergl. Tab. I, Fig. 3) bildet nämlich oberhalb Scardona einen Wasserfall und stürzt von der letzten Stufe desselben unmittelbar in einen steilwandigen, vielfach gewundenen Felsencanal, der sich mit wenig wechselnder Tiefe (20—40 Fuß), aber auf halbem Wege sich zum „Lago di Proclian“ erweiternd, und dann wieder verengernd, ferner zum Hafen von Sebenico ausdehnend und darnach abermals verengernd, gegen 4 Meilen lang bis zur endlichen Ausmündung ins freie Meer außerhalb des Forts „San Nicolò“ erstreckt, ohne eine Barre zu bilden, da alle Sinkstoffe schon am Wasserfalle zurückbleiben.

Diese Gestaltung des Bettes bringt es mit sich, daß der Fluß, vom Fusse des Wasserfalles an, eine nur ganz geringe Geschwindigkeit besitzt, die zwischen 1 und höchstens 2 Fuß per Secunde schwankt.

Das oberhalb des Punktes I, Tab. 1, Fig. 3 gemessene Querprofil hält 5040 Quadratfuß, die größte Geschwindigkeit war dort 2 Fuß, die mittlere 1·4 Fuß und als Decharge durch das Profil ergaben sich 7000 Kubikfuß per Secunde.

Von den an der entgegengesetzten venetianischen Flachküste mündenden Flüssen wurde nur die Etsch genauen Messungen unterzogen.

In der dortigen Gegend habe ich jedoch, wie die auf der Karte Tab. 1, Fig. 4 bezeichneten Punkte und die in der nachstehenden Tabelle zu Seite 11 registrirten Messungen zeigen, auch von Venedig

aus bis gegen die Po-Mündung sowohl in den inneren Lagunen als auch im äußeren Meere eine größere Anzahl von Beobachtungen gesammelt, um den Salzgehalt, respective das specifische Gewicht in diesem ganzen Meerestheile festzusetzen. Dies erschien nöthig, weil der Einfluß, den die Flüsse bei ihrer Mündung auf die Veränderung des Meerwassers üben, nur dann richtig ermessen werden kann, wenn sowohl die Eigenschaften der Flüsse einerseits als auch jene des Meeres andererseits genau bekannt sind. Da nun von vornherein bekannt war, daß um Venedig herum auch entfernter von den Flußmündungen kein vollgesalzenes, sondern ein etwas untersalziges Lagunenwasser ausgebreitet sei, mußte die Erstreckung dieses letzteren in horizontaler und verticaler Richtung möglichst genau ermittelt werden.

Was nun die Etsch selbst anbelangt, so betrug nach den Aufzeichnungen des Wasserbauamtes ihre Decharge durch ein beim ersten Hause der Cavanella (Militär-Geniecorps) gemessenes Querprofil von 3000 Quadratfuß bei einer mittleren Geschwindigkeit von 2·5 Fuß (größte 4 Fuß), nahe an 8000 Kubikfuß per Secunde; es war eben ziemlich hohes Wasser in Folge vorausgegangener Regengüsse und Schneeschmelzens in den Alpen.

Das Lagunenwasser hingegen stellte sich als eine continuirliche Masse von etwas untersalzigem (aber keineswegs brakischem) Wasser dar, das von den Ufern des inneren Festlandes durch die Canäle Venedigs und bis mehr als eine Meile seewärts hinaus überall nahezu ein specifisches Gewicht von 1·022 bis in beträchtliche Tiefe (in der inneren Lagune auch bis zum Grunde) besitzt, und nur außerhalb und südlich vom Lido von dem schwereren vollgesalzenen Meerwasser mit 1·028—1·029 untertieft wird.

Nachdem solche Daten bei jedem der genannten Flüsse sichergestellt waren, wurde in der Verlängerung der Mittellinie jedes Flusses eine Fahrt über die Mündung hinaus in die freie See bis zu jenem Punkte unternommen, wo die letzten Spuren der Süßwasserbeimischung verschwanden. Auf jeder solchen Fahrt wurde in ziemlich gleichen Zwischenräumen das Boot stillegelegt, der Punkt durch Peilen nach dem Lande auf der Karte fixirt, dann aus verschiedenen Tiefen Wasser geschöpft und das specifische Gewicht dieser Wasserproben gemessen. Die Instrumente sind anhangsweise am Schlusse

dieser Abhandlung beschrieben. Die Punkte, an denen das Schöpfen vorgenommen wurde, sind auf den beigegebenen Kartenskizzen (Taf. I, Fig. 1—4) eben so wie auf den zugehörigen Profilen der Wasserschichten auf Tafel II mit den gleichen Zeichen (römischen **Ziffern** in der Richtung des Haupt-Längsprofiles, sonst lateinischen **Buchstaben** *a*, *b*, *c*....) bezeichnet. Dieselbe Bezeichnung wiederholt sich auf der beigegebenen Tabelle zu Seite 11, auf welcher alle gemachten Messungen so wie die gleichzeitig herrschenden Stände von Wind, Wetter und Fluth registrirt sind. Ein Überblick dieser Tabelle zeigt sogleich folgende Verhältnisse:

1. An der Oberfläche liegt in ziemlich großer Entfernung vom Lande eine sich langsam ausbreitende Schichte von reinem Süßwasser. Diese Schichte wird zuletzt so dünn, daß man sie nicht mehr durch Schöpfen mit einer Putse (Eimer) nachweisen kann, sondern zu diesem Behufe ein Glas oder eine Schale anwenden muß, mit der man vorsichtig wie beim Abrahmen der Milch, ganz flach nur den obersten Wasserspiegel von etwa 1—1½ Zoll Dicke abschöpft. Nur um einen Zoll tiefer eingetaucht, erhält man schon Salzwasser, während die alleroberste Schichte noch reines Süßwasser oder, weiter seewärts, wenigstens Brakwasser gibt. Selbst bei einem Seegang mit 3—4 Fuß hohen Wellen blieb diese Oberschichte bei sorgfältigem Abschöpfen an der Leeseite des beigelegten Fahrzeuges noch nachweisbar.

Aus diesem Grunde ist in der Tabelle unterschieden zwischen blos schlechtweg „**Oberfläche**", worunter das mit einer 1 Fuß tiefen Putse geschöpfte Wasser verstanden ist, — und zwischen „**oberste Schichte**", wobei nur das mit einem Glase ganz oben abgeschöpfte Wasser von 1—1½ Zoll Mächtigkeit gemeint ist.

2. Die Süßwasserschicht geht sowohl in verticaler wie in horizontaler Richtung nicht stetig und allmählich in mehr gesalzenes Wasser über, sondern hält sich innerhalb bestimmter Grenzen ganz unvermischt, und geht dann auf einmal sehr rasch in Wasser von dem specifischen Gewichte von 1·001—1·010 über.

Das Wasser innerhalb dieser Gewichtsgrenzen möge auch hier, wie in den früheren Abhandlungen, als „Brakwasser" im engeren Sinne bezeichnet werden.

3. Auch diese Schichte erhält sich mit ziemlich gleicher Salzigkeit sowohl nach unten als nach aufwärts compact beisammen, und

grenzt sich scharf von einer nächst unteren ab, welche ein specifisches Gewicht über 1·010 hat, aber 1·020 nicht erreicht; diese wird als „angesüßtes“ oder „halbgesalzenes“ Meerwasser bezeichnet. Alle drei Schichten zusammen sollen im Gegensatze zu dem vollgesalzenen Meerwasser „untersalzige Wässer“ heißen.

4. Die dritte Schichte ist verhältnißmäßig dünner als die beiden oberen, und geht stetiger, aber rasch in das volle Salzwasser mit 1·020 und mehr über.

5. An der Mündung der Etsch gibt es beinahe kein reines Süßwasser, da die sehr seichte Barre die Ausbreitung desselben seewärts hindert. Auch die brakische Schichte ist dort nur sehr wenig entwickelt; es übernimmt eine Schichte angesüßten Meerwassers die Rolle, welche sonst das Süßwasser an der Oberfläche spielt. Darunter folgt dann zwar auch bald Wasser mit mehr als 1·020; dasselbe hält sich aber bis in bedeutender Tiefe noch innerhalb 1·023 oder 1·024, während an der dalmatinischen Küste und selbst bei Triest, wenn einmal das Gewicht von 1·020 erreicht ist, schon wenige Zoll darunter 1·027—1·029, d. h. das specifische Gewicht des ostadriatischen Salzwassers, auftritt.

Jene nur etwas minder gesalzene mehrere Faden mächtige Schicht von 1·020—1·024 specifischen Gewichtes ist das Lagunenwasser der ganzen venetianischen Küstenzone, welches eine fast homogene Masse von den inneren Canälen Venedigs bis einige Seemeilen von der Küste weg bildet und dort überall die Stelle des ganz fehlenden vollgesalzenen Meerwassers vertritt.

Der Umstand, daß das Lagunenwasser auf so große horizontale Distanz auch bis in größere Tiefen die gleiche geringere Salzigkeit bewahrt, drängt zur Annahme, daß längs der ganzen dortigen Küste auch Quellen und überhaupt Süßwasser und Ausflüsse unter dem Meeresspiegel eine Mischung hervorbringen, die durch die heftigere wechselnde Fluthströmung noch befördert wird und nur wenig von den oberflächlich ausmündenden Flüssen beeinflußt wird.

Erst bei Tiefen von mehr als 4—6 Faden und entfernter vom Lande schiebt sich vollgesalzenes Seewasser mit 1·027, wie es bei Triest und bis über die Hälfte des Golfes gegen Venedig hin liegt, unter das halbsalzige und das Lagunenwasser ein.

Werden nun die in der Tabelle verzeichneten Daten mit Berücksichtigung der verticalen und horizontalen Distanzen graphisch aufgetragen, indem man die Schichtungsgrenzen zwischen dem süßen, dem brakischen, halbsalzigen und ganz gesalzenen Wasser durch Linien ersichtlich macht, so ergeben sich die Längsschnitte oder Profile auf Tab. II.

An denselben lassen sich drei Typen unterscheiden. Als ersten Typus betrachten wir jenen der Mündungen der Narenta (Fig. 1) und der Cettina (Fig. 2).

So wie diese beiden Flüsse durch die Gestaltung ihres Mündungsbettes mit Barre und steilem Abfalle einander ähnlich sind (Repräsentanten des Falles 1, pag. 7), sind es auch die Figuren ihrer Mündungsprofile; und so wie beide Flüsse hauptsächlich nur durch ihre Mächtigkeit sich unterscheiden, so sind auch ihre Mündungsprofile fast nur durch ihre Dimensionen verschieden.

Bei beiden steigen die Schichtungsgrenzen zuerst steil an, d. h. das salzigere Wasser stemmt sich dem in voller Tiefe seewärts vordringenden süßeren leichteren Wasser entgegen und drängt dasselbe in die Höhe; bald nehmen die Schichtungsgrenzen eine mehr flachgeneigte Lage an und bilden zuletzt sehr spitze Winkel mit dem oberen Meeresspiegel.

Hier wie überall soll die Linie xx' (Fig. 1), welche die ganze Länge des verticalen Schnittes darstellt, als „Gesammterstreckung" (der untersalzigen Gewässer) bezeichnet werden. Ihr gegenüber steht die besondere Erstreckung jeder einzelnen untersalzigen Schichte — also des süßen Wassers für sich, des brakischen und so auch des halbgesalzenen ebenfalls für sich.

Einen zweiten Typus (Fig. 3) stellt die Mündung der Etsch mit Barre und einem im Verhältnisse zur angesüßten Wassermasse nur seichten Mündungsbette dar, als Repräsentant des Falles 2 (pag. 7).

Es fällt sogleich auf, daß hier die Schichtungsgrenzen weit größere Winkel mit dem Meeresniveau bilden und erst ganz zuletzt etwas flacher verlaufen; d. h. daß hier die der wagrechten Ausbreitung der leichteren Wasserschichten sich entgegenstemmende Gewalt wirksamer ist, als bei den dalmatinischen Flüssen, so daß der Übergang von dem minder in den mehr gesalzenen Zustand mehr nach vorne als von oben nach unten erfolgt.

Dies mag hauptsächlich auf folgenden beiden Gründen beruhen.

Erstens hebt die sehr seichte Barre fast alle horizontale Bewegung des Flußwassers auf, so daß außerhalb der Barre nur eine ganz dünne Süsswasserschichte, die bereits bei Punkt III endigt, oben schwimmend weitergleitet.

Alles Wasser, welches außerhalb der Barre im Mündungsbette liegt, ist der Hauptmasse nach Lagunenwasser, welches auch ohne die Etsch nicht vollgesalzen wäre, und nur gegen die Barre hin in halbgesalzenes (angesüßtes) übergeht. Dieses mächtige Lagunenwasser aber liegt in einem Bette, das nicht in steilem Absturz, sondern ganz allmählich sich vertieft, so daß vollgesalzenes Wasser, welches überdies doch nur eine geringere Gewichtsdifferenz gegen das Lagunenwasser hat, sich nicht so entschieden unter das letztere einschiebt.

Zweitens wechseln die Gezeiten an der venetianischen Küste alle sechs Stunden sehr entschieden, während an der dalmatinischen Küste nur einmal im Tage eine entschiedene Ebbe und Fluth sich einstellt, der zweite Wechsel aber, wenn er überhaupt stattfindet, kaum bemerklich wird. Die ruhige Schichtung wird also an der dalmatinischen Küste sehr begünstigt, während umgekehrt in den venetianischen Gewässern die Mischung der ungleichartigen Schichten befördert wird.

Aus der Vergleichung der beiden dalmatinischen Flußmündungen mit der venetianischen abstrahiren wir zwei Regeln:

1. Wenn minder gesalzenes Wasser dem mehr gesalzenen auf mehr ebenem Grunde entgegentritt, schichten sie sich minder leicht und scharf, als wenn ersteres sich über einen von letzterem erfüllten tiefen Abgrund überschieben kann. Im ersteren Falle findet mehr eine allmähliche Mischung vom Lande her gegen die See hin statt, — die Schichtungsgrenzen sind steiler aufgerichtet.

2. Die wagrechte und scharfe Schichtung wird noch mehr beeinträchtigt, wenn rascher folgende und heftigere Gezeitenströmungen die Mischung befördern.

Nimmt die Höhe und Heftigkeit der abwechselnd entgegengesetzten Gezeitenströmungen noch mehr zu, so tritt der Fall ein, den wir schon früher an der Elbe betrachtet haben, wo die Salzigkeit noch weit langsamer zunimmt, und die Schichtungsgrenzen noch weit steiler aufgerichtet sind, als bei der Etsch.

Der dritte Typus, — übrigens nur eine locale Modification des Falles 1 — ist jener der Kerkamündung in ein tiefes Bett, und zwar in einen mehrfach verengten und erweiterten Canal und ohne Barre.

Die auf dem Profile (Taf. II, Fig. 4) sogleich in die Augen springende anfängliche Biegung der Schichtungsgrenzen nach unten und vorne deutet auf ein Hinderniß, welches von der Seeseite her der Ausbreitungstendenz des Süßwassers entgegentritt und dieses in eine solche Lage zum Salzwasser bringt, daß ihre allmähliche Mischung bis in größere Tiefe hin erleichtert wird. Diese Ursache liegt in der Gestalt des ganzen Terrains.

Durch die Verengung bei Punkt IV und das Knie bei VI wird das abströmende Mündungswasser in den Lago di Proclian und so weiter stromaufwärts bis oberhalb Scardona zurückgestaut, so daß hinter jener Enge anstatt einer dünneren abfließenden Süßwasserschichte eine gemischte mächtige Brakwassermasse anwächst, die sich ähnlich verhält wie die halbsalzige mächtige Lagunenwassermasse bei Venedig.

Vielleicht treten auch Süßwasserzuflüsse im Bette und dem Grunde selbst auf, wodurch in der Tiefe die Salzigkeit verringert wird.

Erst in dem letzten gegen das offene Meer gerade gerichteten Canal von Punkt VI — VIII, wo auch die Tiefe schnell zunimmt, nehmen die Curven der Schichtengrenzen die Gestalt an, wie bei den anderen Mündungen außerhalb ihrer Barren.

Hierdurch ist nur die schon bei der Etsch angedeutete Regel bestätiget, daß alle Umstände, welche das Vorwärtsgleiten und die freie Ausbreitung des Süßwassers beeinträchtigen, die ursprüngliche Tendenz nach nahezu wagrechter Schichtung stören, und eine minder deutliche Schichtung mit mehr steil aufgerichteten Schichtungsgrenzen hervorbringen.

Nachdem bisher das Verhalten der süßen und minder gesalzenen Wässer gegen das vollgesalzene Meerwasser an Flußmündungen skizzirt worden, liegt nun die Aufgabe vor, diese Schichtungsphänomene zu ihren bedingenden Ursachen in möglichst bestimmte Beziehung zu bringen und dieselbe mathematisch darzustellen.

Diese Aufgabe ließe sich so fassen: „Es sind die analytischen Gleichungen für die Curven, welche von den Schichtungsgrenzen beschrieben werden, so aufzustellen, daß, wenn die (hauptsächlich in der Masse und Geschwindigkeit des Flusses gelegenen) Bedingungen bekannt sind, mittelst der zu diesen Bestimmungsstücken auf-

zufindenden Constanten jeder beliebige Punkt jener Curven (also auch die Mächtigkeit jeder Schichte, so wie ihre horizontale Erstreckung bis zum Durchschnitt mit der Oberfläche des Wassers) bestimmt werden könnte."

Ungeachtet mir diese Aufgabe in dieser Form vorschwebte, wie ich es schon in den „Brakwasserstudien an der Elbemündung" ausgesprochen, war es doch nicht möglich, dieselbe gerade in dieser Form jetzt schon zu lösen. Um dies zu können, müßten von jeder der drei Curven, welche mindestens zu jedem unserer Profile gehören, möglichst viele — jedenfalls aber mehr als fünf — Punkte genau durch Abscissen und Ordinaten bestimmt sein, um darnach die Gleichung dieser Curve, welche offenbar von verwickelterem Baue sein wird (da die asymptotischen Beziehungen der Curve auf eine Form wie

$$y = \frac{a + a'x}{x + bx^2 + cx^3} + \ldots.$$

hinweisen), abzuleiten.

Allein, um die erforderliche Zahl von Daten zu gewinnen, ist eine vielfach größere und im Vorhinein gar nicht bestimmbare Anzahl von Messungen nöthig; man weiß eben die Schichtungsgrenzen nicht zum voraus, man will sie erst dadurch finden, daß man eine Linie zwischen jenen Punkten durchzieht, auf welche die den Grenzwerthen der festgesetzten Salzigkeitsstufen (süß, brakisch, halbsalzig, salzig) am nächsten stehenden Werthe des specifischen Gewichtes fallen. Aus 60—100 Messungen, die man nur tâtonnirend, und bei unruhigem Wasser, wo man nicht sogleich das Aräometer anwenden kann, sogar ganz aufs Gerathewohl — angestellt, löset sich kaum ein Dutzend solcher Daten ab, welche zur Construction der gesuchten drei Curven wesentliche Anhaltspunkte geben, und diese Curven sind daher ziemlich stark idealisirt, nur an wenigen ihrer Punkte unmittelbar durch beobachtete Daten fixirt.

Ich habe bei keiner der untersuchten Mündungen, obgleich ich an jeder derselben 30 — 60 Messungen vornahm, daraus für jede der drei untereinander hinlaufenden Curven auch nur fünf Punkte durch unmittelbare Beobachtung nach Abscisse und Ordinate bestimmen können, und es wird dies auch nicht so leicht Jemanden gelingen; denn Wind, Wetter und Strömungen gestatten nicht, daß man ohne zeitraubende und oft unmögliche Verankerung längere Zeit genau auf demselben Punkte halte; auch vergeht mit jeder Messung durchschnittlich

nahezu eine Viertelstunde, manche Messung mißlingt ganz und muß wiederholt oder verworfen werden, und so vergeht mit 40—60 Messungen, die Fahrtzeit eingerechnet, reichlich die Zeit eines langen Sommertages. Mehrere Tage, besonders aber in Zwischenpausen, auf eine und dieselbe Mündung zu verwenden, ist nicht passend, weil währenddem sich die wesentlich bestimmenden Verhältnisse der Wasserhöhe im Flusse, der Ebbe und Fluth, des Windes und der Wellenbewegung zu sehr ändern.

Endlich knüpft sich an die allergenaueste Bestimmung der Schichtungsgrenzen kein großes wissenschaftliches oder praktisches Interesse, da dieselben doch fast täglich mehr oder weniger bedeutend verschoben werden, da also auf jeden Fall nur eine annähernde, nie eine ganz genaue Bestimmung ihrer Lage und Ausdehnung erreicht werden kann.

Wenn die äußersten Grenzen, bis zu welchen sich in horizontaler Richtung jede der drei bis vier zu betrachtenden Schichten ausdehnt, und die beiläufige Mächtigkeit derselben am Anfange, in der Mitte und gegen das Ende bestimmt werden kann, dürfte dasjenige erreicht sein, was an diesem Phänomen von wirklichem Interesse sein kann.

In diesem Sinne sind die folgenden Betrachtungen angestellt, in welche auch noch die von der Elbe her bekannten und durch Vermittlung des k. k. österreichischen Generalconsuls Herrn Westenholz in Hamburg bezüglich der Dimensionen eines Elbeprofils bei Lauenburg wesentlich ergänzten [1]) Daten einbezogen sind.

Es sollen nun zuerst bezüglich der Flüsse Cettina, Narenta, Kerka, Etsch, Elbe in untereinanderstehenden Columnen die beobachteten Werthe für die Bedingungen des Phänomens (Geschwindigkeiten und Massen der Flüsse) und dann die Dimensionen der verschiedenen untersalzigen Wasserschichten, wie sie aus unseren Profilen abgegriffen werden können, zusammengestellt werden.

Es muß aber auch hier wiederholt werden, daß, da unsere Profile nur auf wenigen unmittelbar durch die Messung gewonnenen Coordinaten beruhen, die daraus abzumessenden Dimensionen, besonders jene der Ordinaten (Mächtigkeiten) nicht als endgiltig präcise Werthe betrachtet werden können.

---

[1]) Es fehlten mir noch Querprofile zur Aichung der Elbe und Angaben über die Entleerung per Secunde bei mittlerer Ebbeströmung; diese Daten erhielt ich eben durch den Herrn General-Consul.

		Cettina	Narenta	Kerka	Etsch	Elbe
Hauptsächliche Bestimmungsstücke der Charaktere von Flußmündungen	**A.** Geschwindigkeit des Stromstriches .	5'	2'	2'	4'	—
	B. Mittlere Geschwindigkeit der Wassermasse	3·5'	1·8'	1·4'	2·5'	3'
	C. Flächeninhalt des benetzten Querprofiles	2179 □'	4128 □'	5040 □'	2850 □'	10.000 □'
	D. Wassermasse, welche durch obiges Profil ging	8000 Kub.'	9000 Kub.'	7000 Kub.'	7200 Kub.'	40.000 Kub.'
Erstreckungen der untersalzigen Wässer in horizontaler Richtung (Abscissen der Schichtungscurven)	**E.** Besondere Längenerstreckung der Süßwasserschichte	2000°	3700°	1600°	400	—
	F. Besondere Längenerstreckung der Brakwasserschichte jenseits der vorhergehenden	800°	1300°	6600°	600	spec. 4000°
	E + F (zusammen)	2800°	5000°	8200°	1000°	
	G. Längenerstreckung des angesüßten (halbsalzigen) Meerwassers, abermals jenseits des vorhergehenden	400°	1000°	800°	5200°	Gew. unter 1·0 12.000°
	H. Gesammterstreckung aller untersalzigen Gewässer	3200°	6000°	9000°	6200° dazu noch zwischen 1·020 und 1·027 1200° = 7400°	16.000°[1] dazu noch zwischen 1·020 und 1·024 20.000° = 36.000°

1) Aus meinen Brakwasser-Studien an der Elbemündung ist zu ersehen, daß sich etwas minder gesalzenes Wasser auch noch um 20.000 Klafter weiter bis gegen Helgoland erstreckt, so daß mit Rücksicht hierauf die Gesammterstreckung 36.000° wäre. Da ich aber nun sicher weiß, daß der Werth von 1·023 jenseits Helgoland noch weiter stetig wächst bis gegen Schottland hinauf (wo er im freien Meere auch 1·026—1·027, wie in der Adria erreicht), so nehme ich das Ende der untersalzigen Mündungsgewässer der Elbe bei dem Eintritt des specifischen Gewichtes 1·020 an, in der Distanz von 16.000° oder vier Meilen.

		Cettina	Narenta
Ordinaten der Schichtungscurven	**I. Ordinaten der ersten Curve, und zwar:**		
	bei 1/4 der Gesammterstreckung	12"	20"
	„ 1/2 „ „	1·0"	2·5"
	„ 3/4 „ „	0"	0"
	Ordinaten der zweiten Curve, und zwar:		
	bei 1/4 der Gesammterstreckung	30"	40"
	„ 1/2 „ „	2·3"	12"
	„ 3/4 „ „	1·0"	3"
	Ordinaten der dritten Curve, und zwar:		
	bei 1/4 der Gesammterstreckung	—	52"
	„ 1/2 „ „	3·1"	21"
	„ 3/4 „ „	1·7"	9"
	K. Ordinaten der ersten Curve, und zwar:		
	bei 1/4 der eigenen (Süßwasser)-Erstreckung . .	26	50"
	„ 1/2 „ „ „ „ . .	1·5"	12"
	„ 3/4 „ „ „ „ . .	0·5"	2"
	Ordinaten der zweiten Curve. und zwar:		
	bei 1/4 der eigenen (Brakwasser)-Erstreckung . .	24"	36"
	„ 1/2 „ „ „ „ . .	2"	15"
	„ 3/4 „ „ „ „ . .	1"	5"
	Ordinaten der dritten Curve, und zwar:		
	bei. 1/4 der eigenen (Halbsalzwasser)-Erstreckung	6"	39"
	„ 1/2 „ „ „ „ . .	2"	18"
	„ 3/4 „ „ „ „ . .	1"	7"
Mächtigkeit der untersalzigen Wasserschichte	**L. Mächtigkeit der Süsswasserschichte:**		
	bei 1/4 der eigenen (Süßwasser)-Erstreckung . .	26"	50"
	„ 1/2 „ „ „ „ . .	1·5"	12"
	„ 3/4 „ „ „ „ . .	0·5"	2"
	Mächtigkeit der Brakwasserschichte:		
	bei 1/4 der eigenen Erstreckung	5"	19"
	„ 1/2 „ „ „	0·8"	12"
	„ 3/4 „ „ „	0·4"	8"
	Mächtigkeit der halbgesalzenen (angesüssten) Wasserschichte:		
	bei 1/4 der eigenen Erstreckung	3"	12"
	„ 1/2 „ „ „	1"	9"
	„ 3/4 „ „ „	0·4"	6"

Zuerst möge untersucht werden, ob sich ein constantes Verhältniß herausstellt zwischen der Gesammterstreckung der Süßwasserwirkung (d. h. der ganzen Länge des Profiles bis zur Grenze des vollgesalzenen Wassers, z. B. I—VIII bei Narenta, I—X bei Cettina u. s. w.) und zwischen einem oder dem anderen der in der Natur des Flusses gelegenen Bestimmungsstücke.

Nun verhalten sich:

	Cettina		Narenta		Kerka		Etsch		Elbe [1]
1. Die Gesammterstreckungen bei (Columne *H*, vergl. Seite 18) nahezu wie	1	:	2	:	3		2	:	5
2. Die mittleren Geschwindigkeiten (Columne *B*, vergl. Seite 18) wie	3·5	:	1·8	:	1·4	:	2·5	:	3
3. Die benetzten Querprofile der Flüsse (Columne *C*, vergl. Seite 18) wie	1	:	2	:	3	:	2·3	:	5
4. Die Dechargen der Flüsse per Secunde (Columne *D*, vergl. Seite 18) wie	8	:	9	:	7	:	7	:	40

Es fällt sogleich in die Augen, daß, obgleich im Allgemeinen die Gesammterstreckung mit dem Wachsen eines jeden der drei vorausgesetzten Bestimmungsstücke zunimmt, doch ein constantes Verhältniß nur zwischen den Gesammterstreckungen und den Flächeninhalten der benetzten Querprofile der Flüsse stattfindet, und zwar das einfache gerade Verhältniß ihrer Werthe, — welches nur bei der so abnormen Etsch, welche sich eigentlich nicht in vollsalziges, sondern in untersalziges Lagunenwasser mündet, einigermaßen sckwankend wird.

Da nun durch die benetzten Querprofile der Flüsse nur die Süßwassermassen ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit repräsentirt werden, scheint die Regel zu gelten:

„Die Gesammterstreckungen der Süßwasserwirkung verhalten sich gerade und einfach wie die Mündungsquerschnitte (resp. die Massen) der Flüsse.“

---

[1]) Bei der Elbe lasse ich nur die Distanz von 16.000° bis Punkt *F* des Profiles I. c., d. h. also bis zum Eintritte des specifischen Gewichtes 1·020 als Gesammterstreckung gelten.

Dieses Ergebniß war ganz gegen meine Erwartung; denn ich glaubte voraussetzen zu sollen, daß die bewegende Kraft der mündenden Flüsse, also das Product ihrer Masse und Geschwindigkeit (horizontale Columne *D*, Seite 18) sich als hauptsächlich bestimmend für die Erstreckung des ganzen minder gesalzenen Mündungswassers herausstellen werde.

Da nun dies doch nicht der Fall ist, ergibt sich die Betrachtung: daß die Wirkung der Geschwindigkeit schon in sehr kurzem Abstande von der Mündung, — sei dieselbe mit einer Barre versehen oder nicht — durch das sich entgegen stauende Meerwasser ganz paralysirt wird, so daß jene Wirkung für die horizontale Gesammterstreckung der untersalzigen Mündungsgewässer irrelevant wird.

An die Entwicklung weiterer Constanten und Gesetze aus unseren vorliegenden Daten kann nur mit jener Reserve gegangen werden, zu welcher die Natur des gegebenen Materiales nöthiget.

Wir haben eigentlich nur zwei Flüsse, welche wir als gleichartig betrachten können: die Cettina und die Narenta; die der übrigen unterliegen so wesentlich abweichenden und auch unter einander wieder so ungleichen Localeinflüssen, daß sie sich untereinander und mit den beiden ersteren verglichen, von vornherein gar nicht zur Ableitung allgemeiner Gesetze eignen.

Für die so eben betrachtete „Gesammterstreckung“ mochte dieses noch angehen, da dieser Theil des Phänomens sich gerade auf jene Dimension bezieht, in deren Richtung die eben hier vorhandenen Localeinflüsse weniger Gewalt über die allgemein giltige Schwimmtendenz des leichteren untersalzigen Wassers gewinnen können, und da überdies bei der Gesammterstreckung als bei dem ganz summarischen Haupteffecte aller Mündungsverhältnisse schon an und für sich eine Menge untergeordneter Details übergangen werden, in denen sich sogleich die localen Einflüsse aussprechen würden.

So wie wir aber auf jene Details einzugehen beginnen, muß in Erwägung gezogen werden, daß ein Fluß, der sich nicht in vollgesalzenes Seewasser, sondern in von mehreren Seiten her angesüßtes Lagunenwasser ergießt (Etsch), dann ein anderer, dessen Mündungsgewässer durch Canalverengungen aufgestaut werden (Kerka), endlich ein dritter Fluß, der vermöge seiner Fluthverhältnisse einer ganz anderen Hauptgruppe angehört (Elbe), — daß alle diese Objecte

weder unter sich noch mit den beiden homogenen Flüßchen Cettina und Narenta in ihren Details hinreichend übereinstimmen können, um aus ihnen solche Gesetze abzuleiten, die doch nur aus der Vergleichung homogener Objecte erkannt werden können.

Es bleiben uns also nur Cettina und Narenta als wirklich nach allen Details vergleichbare Objecte übrig. Aus blos zwei Objecten kann aber wieder nicht die Sicherheit gewonnen werden, daß jene Proportionen, die sich zwischen Ursachen und Wirkungen bei diesen beiden herausstellen, als allgemeine Gesetze für alle analogen Objecte gelten.

Dazu kommt noch, daß zufällig die benetzten Querprofile dieser beiden Flüsse sich wie 1:2, ihre mittleren Geschwindigkeiten aber sich nahe wie 2 : 1 verhalten, so daß es zweifelhaft bleibt, ob, wenn z. B. gewisse Dimensionen, für die der gesetzliche Zusammenhang mit jenen Bestimmungsstücken eben gesucht wird, sich wie 1:4 oder 4:1, 1:8 oder 8:1 verhalten, hiermit das Doppelte oder das Quadrat, das Vierfache oder der Cubus des einen oder des andern jener beiden Bestimmungsstücke, gerade oder verkehrt proportionirt, gelten solle? Es wäre also mindestens noch die Messung einer dritten analog gestalteten Flußmündung erforderlich, um mit mehr Berechtigung an die Induction gehen zu können.

Wenn also im Nachstehenden — mit Ausschluß der drei ganz heterogenen Flüsse — nur für Cettina und Narenta die entsprechenden Proportionen dargestellt werden, so geschieht dies nicht in der Meinung, daß hiedurch schon endgiltige Gesetze gewonnen werden, sondern nur um Andeutungen zu beschaffen, die sich erst dann besser verwerthen lassen, wenn sowohl diese beiden Objecte selbst, als auch noch einige andere homogene Flußmündungen nach den durch die gegenwärtige Vorarbeit gewonnenen Gesichtspunkten genauer beobachtet sein werden.

Zuerst haben wir noch um einige Punkte in der horizontalen Dimension (in der Abscissenaxe der Schichtungscurven) zu fragen.

Wenn für die Gesammterstreckung aller untersalzigen Wasserschichten nur die Masse des mündenden Wassers entscheidend ist, scheint dagegen der Factor Geschwindigkeit entschiedene Bedeutung für die besondere Erstreckung des reinen Süßwassers (Columne *E*, Seite 18) zu gewinnen.

Fragt man nämlich, nach welchem Gesetze sich, wenn die Gesammterstreckung bekannt ist, aus derselben die Süßwassererstreckung ableiten läßt, so findet man hiefür aus den vorliegenden Daten (vorläufig allerdings nur für Cettina und Narenta) Folgendes:

	bei Cettina	bei Narenta
Die Süßwasserlängen (Columne E) betragen in Percenten der Gesammterstreckung	0·66 Pct.	0·5 Pct.
Die mittleren Geschwindigkeiten dieser diesen Flüsse aber (Columne B) sind . . .	3·5 „	1·8 „

Wir wollen

0·66 als P
0·5 „ P'
3·5 „ v
1·8 „ v'

bezeichnen.

Die Proportion $P:P' = v:v'$ findet zwar nicht vollkommen, aber so annähernd statt, daß man versuchen muß, in welchem Verhältnisse die Exponenten dieser beiden Verhältnisse zu einander stehen.

$P:P'$ oder 0·66 : 0·5 hat den Exponenten 1·3.

$v:v'$ oder 3·5 : 1·8 hat den Exponenten 1·9.

Da nun das Quadrat von 1·3 = 1·69, der Cubus von 1·3 = 2·19 ist, liegt der obige Exponent von $v:v'$, nämlich 1·9 zwischen $(1·3)^2$ oder $(P:P')^2$ und $(1·3)^3$ oder $(P:P')^3$.

Man ist hiedurch, da wirklich sehr nahezu

$$\frac{1·69 + 2·19}{2} = 1·9$$

ist, auf die Gleichung geleitet:

$$\frac{v}{v'} = \frac{(P:P')^2 + (P:P')^3}{2}.$$

Da hier v und v' die bekannten mittleren Geschwindigkeiten zweier Flüsse, P und P' aber jene Coëfficienten (echte Brüche) bedeuten, mit denen man die Gesammterstreckungen multipliciren muß, um daraus die bloßen Süßwassererstreckungen zu erhalten, läßt sich (die durch vollständige Induction zu erprobende allgemeine Giltigkeit obiger Gleichung vorausgesetzt), wenn man z. B. die nun schon aus der Beobachtung bekannten Werthe von v und P für die

Narenta oder Cettina zur Grundlage nimmt und für irgend einen anderen analog mündenden Fluß auch die mittlere Geschwindigkeit v' ermittelt hat, daraus der Bruch P' berechnen, welcher mit den nach dem Verhältnisse der Querprofile beider Flüsse schon früher ermittelten Gesammterstreckung der zweiten Mündung multiplicirt, die Süßwassererstreckung dieser letzteren gibt. Sei dieses unbekannte P' durch x bezeichnet, und die Gleichung nach diesem x aufzulösen, so ergibt sich:

$$2vx^3 - v'P^2x = v'P^3.$$

Hier muß x allezeit ein echter Bruch sein, da die Süßwassererstreckung nur ein Bruchtheil der Gesammterstreckung sein kann; der Werth wird meistens zwischen etwa $^1/_4$ und $^3/_4$ liegen; es muß ferner positiv sein; es muß endlich, wenn v' größer ist als v auch x größer sein als das bekannte P und umgekehrt. Hiernach ist über die Anlage der Gleichung und über den Werth von x kein Zweifel mehr möglich.

Es wären nun die Endpunkte zweier Curven bestimmt: erstens der Endpunkt der untersten Curve, welche das halbgesalzene von dem vollgesalzenen Wasser trennt; dieser Endpunkt fällt mit der Gesammterstreckung zusammen. Zweitens der Endpunkt der obersten Curve, welche das reine Süßwasser vom Brakwasser scheidet.

Es erübrigt noch die mittlere Curve — die Grenze zwischen Brakwasser und halbgesalzenem näher zu begrenzen. Diese Erstreckung des Brakwassers nun geht bei beiden Flüssen nahezu bis in die Mitte zwischen den beiden vorher bestimmten Endpunkten. Sind also diese bekannt, so wäre hiemit auch bei Flüssen, deren Mündungen sich ähnlich, wie jene der Cettina und Narenta verhalten, das Ende der dritten Curve bekannt, indem es in der Mitte zwischen jenen beiden Endpunkten zu versetzen wäre.

Nachdem dasjenige erörtert ist, was sich nach den vorliegenden Daten zur Bestimmung einiger Punkte in der Richtung der horizontalen Erstreckung — oder was dasselbe ist, zur Bestimmung einiger Abscissenlängen der fraglichen Schichtungscurven — sagen läßt, erübrigt noch von den zugehörigen Ordinaten zu sprechen.

Hiebei muß bemerkt werden, daß die zu unseren Längsprofilen gehörigen nach dem Maßstabe abzulesenden Ordinaten sich noch weniger als die Abscissen dazu eignen, endgiltige Gesetze mit mathe-

matischer Genauigkeit daraus zu entwickeln, und zwar hauptsächlich deßhalb, weil die Dimensionen der Ordinaten nur nach Fußen und Zollen zählen, während jene der Abscissèn nach Tausenden von Klaftern und selbst nach Meilen gerechnet werden.

Bei letzteren fällt ein Fehlgriff um mehrere Klafter gar nicht ins Gewicht und kann die etwa bestehenden Gesetze nicht verdecken; bei den ersteren hingegen betragen die möglichen Fehler in der Führung unserer Curven zwischen 20 und 50 Procente jeder Ordinatenlänge, wie sich aus der Vergleichung der bestimmten Daten der Tabelle zu Seite 11 mit den darnach entworfenen Curven der Längsprofile, Tab. 2, leicht ergibt.

Die in den Columnen *I* und *K* der tabellarischen Übersicht Seite 19 zusammengestellten Ordinatenlängen können also weder zur Aufstellung bestimmter Curvengleichungen dienen, noch kann aus ihnen irgend eine Construction für die Beziehung zwischen Flußmächtigkeit, Geschwindigkeit oder auch Decharge einerseits und zwischen der Länge der Ordinaten in bestimmten Abständen andererseits mit voller Sicherheit gewonnen werden.

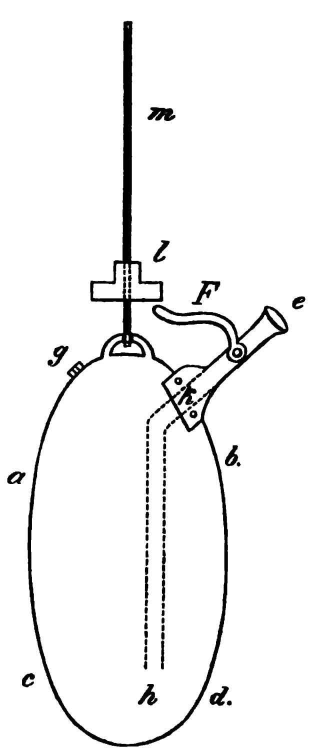
Die dort zusammengestellten Ordinatenlängen können eben nichts anderes sagen, als was schon der Anblick der Curven lehrt; wir müssen daher vorläufig noch darauf verzichten, für die Ordinaten und die Mächtigkeiten Formeln zu entwickeln, da diese noch weniger als jene für die Abscissen auf allgemeine Giltigkeit Anspruch machen könnten.

Nur die analoge Behandlung noch mehrerer Flußmündungen vom gleichen Typus, aber bei verschiedener Mächtigkeit und Geschwindigkeit der Flüsse, kann bestimmtere Resultate anbahnen.

Dies wird nach dieser Vorarbeit um so leichter sein, als man nun bereits sehr nahe die Distanzen kennt, in welchen, zur Gewinnung möglichst vieler direct beobachteter Coordinaten, die Messungen vorzunehmen sein werden. Zunächst dürften die Flüsse Fiumera (bei Fiume), dann Isonzo (falls dort noch kein Lagunenwasser an der Küste hinzieht) mit Cettina und Narenta vergleichbar sein; die Mündung des Flusses Ombla in Dalmatien (unweit Ragusa) dürfte analog derjenigen der Kerka sein und Piave, Brenta und Po werden sich ähnlich verhalten wie die Etsch. Als analog der Elbe bieten sich nebst der Weser die meisten Flüsse, welche in die Nordsee münden.

Die Feststellung dieser Typen von Flußmündungen und ihrer localen Varietäten, dann die wenigstens annähernde Bestimmung der Dimensionen der verschiedenen untersalzigen Wasserschichten und deren Abhängigkeit von der Masse und theilweise auch Geschwindigkeit der mündenden Flüsse, endlich die erlangte Hinweisung auf die Punkte, an welchen nun mit größerer Aussicht auf Erlangung präciser Coordinaten die noch mangelnden Daten gesucht werden müßten, mögen als hauptsächlicher Gewinn aus den vorstehenden Studien betrachtet werden.

Anhang.



Instrument zum Wasserschöpfen aus beliebigen Tiefen.

Die Idee wurde mir von Herrn Ingenieur Cohn mitgetheilt; die Ausführung hat Herr Prick in seiner Maschinenfabrik übernommen.

abcd kupfernes Gefäß; *ek* messingener Ansatz, luftdicht aufgeschraubt, zugleich Ausmündung der Röhre *eh*, durch welche bei *e* Wasser eintritt, wenn der Hahn *F* durch das Darauffallen des Gewichtes *l* geöffnet wird; *g* eine verschraubbare Öffnung zum Ausgießen des Wassers (könnte auch durch einen Hahn ersetzt werden). Das Instrument ist bei einem Druck von 25 Atmosphären als dicht erprobt worden.

Verfahren beim Wasserschöpfen.

Nach der Theorie sollte, um Wasser durch *e* in das Gefäß treten zu machen, das Instrument vor dem Versenken in's Wasser nahezu luftleer gemacht werden, indem man 1—2 Kubikzoll Wasser daraus

verdampft, oder auch mittelst Luftpumpe. Wird das nahezu luftleere Instrument mit geschlossenem Hahne versenkt, so muß, im Augenblicke, wo der Hahn durch das Gewicht *l* aufgeschlagen wird, nahezu der ganze innere Raum sich mit Wasser füllen, und in gleicher Höhe auch die communicirende Röhre *e h*. Einmal mit Wasser gefüllt, kann die Röhre selbstverständlich kein weiteres Wasser mehr eintreten lassen, und das emporgebrachte Instrument kann nur Wasser aus jener Tiefenschichte enthalten, in welcher man den Hahn geöffnet hat.

Braucht man nur geringe Quantitäten von Wasser, wie z. B. zu den Bestimmungen des specifischen Gewichtes, so daß es nicht nöthig ist, das Instrument voll zu bekommen, so kann das Evacuiren vor dem Versenken auch unterbleiben; es tritt dennoch durch den Druck des darüberstehenden Wassers, selbst wenn dieses nur 1 Fuß beträgt, Wasser bei *e* ein, und Luftblasen steigen heraus. Die noch im Gefäße zurückbleibende Luft wird nach oben zusammengedrängt, bis ihre Druckkraft dem Drucke des äußeren Wassers das Gleichgewicht hält. Wenn die ursprüngliche Expansion der Luft im Gefäße vor der Öffnung des Hahnes = 1 Atmosphäre war, so würde, falls gar keine Luftblasen entweichen würden, der zuletzt von der zurückgedrängten Luft eingenommene Raum im einfachen umgekehrten Verhältnisse zum Wasserdruck, in Atmosphären gerechnet, stehen, so daß z. B. bei zwei Atmosphären die Luft die Hälfte des Gefäßes einnähme u. s. w. Da aber erfahrungsgemäß Luftblasen entweichen, wird mehr Wasser eindringen und die noch bleibende Luft weiter nach oben zurückweichen, als dies im ersten Falle geschehen würde; genau läßt sich dieses nicht berechnen.

Wenn nun das Instrument, nachdem so viel Wasser eingedrungen ist, als vermöge des in der erreichten Tiefe herrschenden Druckes eindringen kann, rasch aufgeholt wird, so vermindert sich mit jedem Rucke nach oben der Druck, welcher der oben zusammengedrängten Luft entgegenwirkt; die Wirkung dieser Luft wird also eine größere als früher werden, d. h. sie wird nicht mehr nur dem Wasser, welches unter ihr steht, das Gleichgewicht halten, sondern einen entsprechenden Theil Wassers durch die Röhre *h e* herausdrücken.

In der That sieht man während des Aufholens das Instrument stets Wasser bei *e* ausspeien, welches bisweilen auch etwas Luft aus

dem Gefäße mitreißt, so daß auch beim Aufholen einige Luftbl
erscheinen, die aber eben deßhalb keineswegs von einem Eindrin
neuen Wassers begleitet sein können, so lange das Wasser hö
steht als h [1]).

Das Gefäß wird dann bei geöffnetem Hahne durch q vollstän
entleert und zum weiteren Gebrauche geschlossen.

Die Manipulation beanspruchte für Tiefen von 1—6 Fac
beil. 1—16 Minuten.

---

[1]) Nach den vorgenommenen Experimenten tritt dieser Fall nie ein, wenn das Instr
ment in größerer Tiefe als vier Fuß das Wasser eingeschluckt hat, weil eben d
Röhre eh weit genug herunter reicht. Für Tiefen, die geringer als vier Fuß si
bediente ich mich daher einer Art Stechheber aus Zinkblech mit unten angebrac
ter Klappe.

Taf. I.

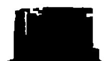
Grad

Klek

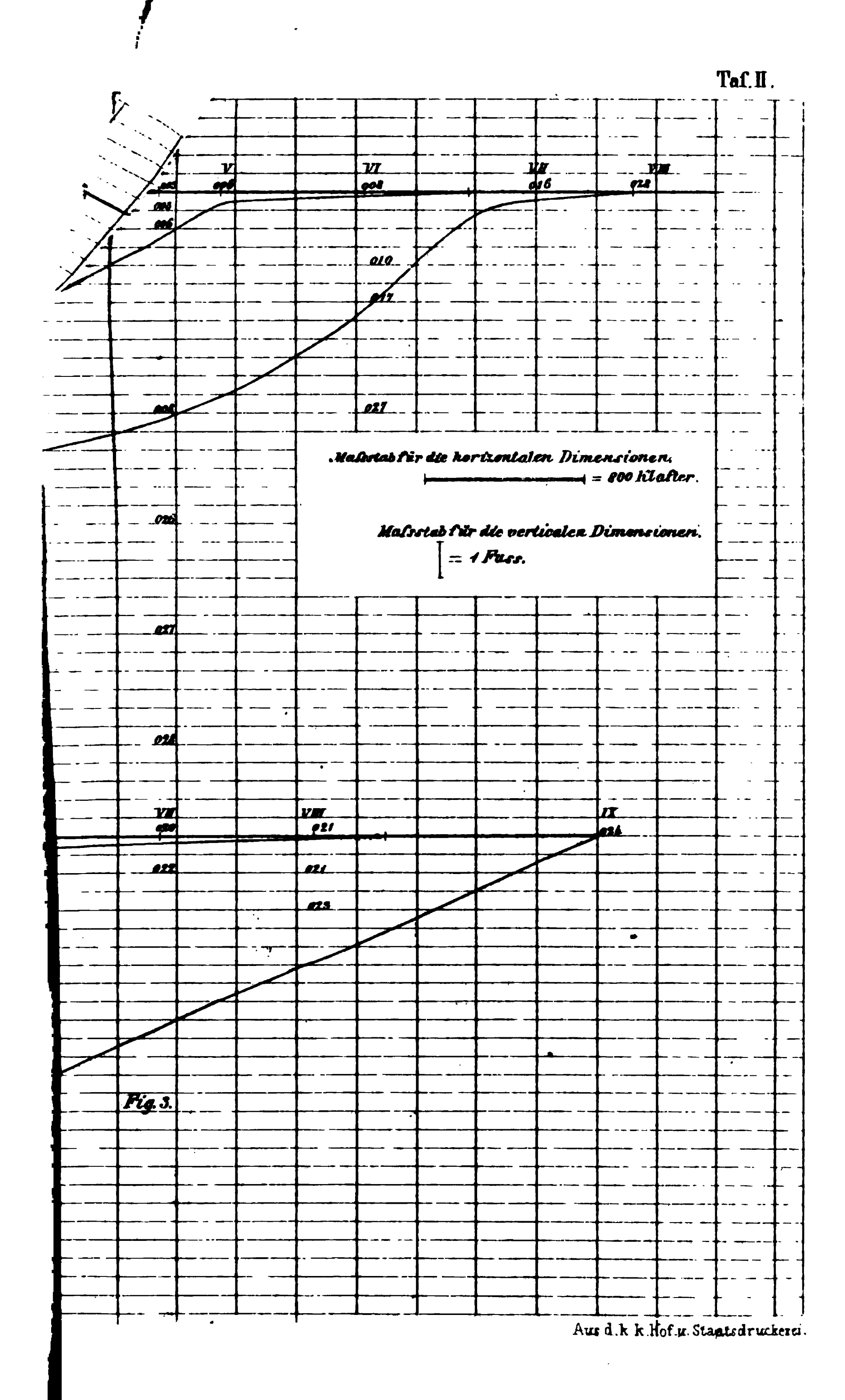
Valle di Klek

a

omarna



Taf. II.



Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei.

Analyse des Wassers und der Gase des artesischen Brunnens am Wien-Raaber-Bahnhofe.

Von Dr. Johann Oser, Franz Reim und Adjuncten Philipp Weselsky.

Dieser artesische Brunnen liegt in der Nähe der Maschinenfabrik der französischen Staatseisenbahn-Gesellschaft. Die Bohrung desselben wurde im März des Jahres 1841 begonnen und am 8. August 1846 nach erreichter Tiefe von 190 Klaftern unter dem Niveau der Erdoberfläche beendet. Um die Bohrarbeiten zu erleichtern, wurde ein Schacht abgeteuft, welcher eine Tiefe von 7 Klaftern besitzt, das Wasser fließt in dieser Tiefe in einen Canal, der dasselbe in die Maschinenfabrik leitet.

Der Brunnen liefert in 24 Stunden 12000 Eimer Wasser, in einer um 1·5 Fuß größeren Sprunghöhe 10000 Eimer und weitere 1·5 Fuß höher nur 8000 Eimer. Die Röhren wurden in fünf Touren eingesetzt und beträgt der innere Durchmesser der fünften Röhrentour 4¼ Zoll und der ersten Röhrentour 9 Zoll. Die bei der Bohrung durchfahrenen Schichten wurden nach den erhaltenen Bohrproben vom Herrn Bergrath Franz R. v. Hauer untersucht und die erhaltenen Resultate in der Versammlung der Freunde der Naturwissenschaften am 29. November 1845 mitgetheilt [1]).

Hiernach hat man mit dieser Bohrung diejenige Stufe der miocänen Ablagerungen des Wiener Beckens erreicht, welche die Geologen mit dem Localnamen Hernalser Tegel bezeichnen, weil dort diese Schichten mit den gleichen Einschlüssen zu Tage gehen, wie dies die große Ziegelgrube am Ende von Hernals zeigt. Diese Stufe enthält neben charakteristischen Fossilien wie *Paludina acuta, Rissoa angulosa* etc. zahlreiche Lignittrümmer von Strandholz ein gestreut, welche sich zuweilen auch zu dünnen Flötzen anhäufen, wie dies die Ziegelgruben in Hernals, Breitensee und Ottakring andeuten.

---

[1]) Siehe Johann Cžjžek Erläuterungen zur geognostischen Karte der Umgebung Wiens.

I. Analyse des Wassers

vom Adjuncten Weselsky.

Das frisch gefüllte Wasser ist vollkommen klar, geruchlos und besitzt einen schwach salzigen Geschmack.

Nach längerem Stehen an der Luft wird dasselbe ein wenig trübe von ausgeschiedenem kohlensaurem Kalk und Magnesia und an der Oberfläche überzieht es sich mit einem zarten Häutchen, welches gesammelt sich als organische Substanz erwies.

Auf Lackmuspapier reagirt das Wasser neutral und erst nach längerem Liegenlassen des Papiers an der Luft tritt eine deutliche alkalische Reaction ein.

Die Dichte dieses Wassers beträgt im Mittel aus zwei Bestimmungen bei einer Temperatur von 16° Cels. 1·00083.

Die Temperatur des Wassers im Rohr ist constant zu 17°5 Cels. bestimmt worden.

Die bei der qualitativen Analyse gefundenen Bestandtheile sind folgende:

Schwefelsäure,	Magnesia,
Chlor,	Kali,
Kohlensäure,	Natron,
Kieselsäure,	Ammoniak,
Borsäure,	Lithion,
Brom,	Eisenoxyd.
Kalk,	

Phosphorsäure gebunden an Thonerde.

Organische Substanz.

Quantitative Bestimmung dieser Körper.

Die Gesammtkohlensäure wurde an der Quelle bestimmt, indem das Wasser in gewogene Flaschen, welche mit einer genügenden Quantität einer Lösung von Chlorbarium und Ammoniak beschickt waren, gefüllt wurde.

Der entstandene kohlensaure Baryt wurde mit den nöthigen Vorsichtsmaßregeln abfiltrirt und hierauf mittelst Salzsäure zerlegt und nach der von Fresenius angegebenen Methode die Kohlensäure bestimmt.

Da das Wasser fast keine Schwefelsäure enthielt, und Kalk und die Magnesia ebenfalls nur in sehr geringer Menge darin vorhanden sind, wurde die Bestimmung der Kohlensäure auch auf indirecte Weise vorgenommen, und zwar indem durch Zerlegen des nach dem obigen Verfahren gewonnenen kohlensauren Barytes mittelst Salzsäure und nachherigem Fällen dieser Lösung mit Schwefelsäure aus dem so erhaltenen schwefelsauren Baryt die Kohlensäure berechnet wurde.

Die Kieselsäure, Chlor, Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde, Kalk, Magnesia und die Alkalien, so wie die organische Substanz wurden nach den bekannten Methoden, das Ammoniak nach der von Boussingault bestimmt. Das Brom, die Borsäure, das Lithion konnten erst bei Anwendung großer Wassermengen qualitativ nachgewiesen werden, es wurde daher die quantitative Bestimmung dieser Körper unterlassen.

Kohlensäure.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltener schwefelsaurer Baryt	Berechnete Kohlensäure	In 10000 Theilen	
			nach den Einzelbestimmungen	im Mittel
342·38	0·981	0·185	5·4	5·27
998·44	2·7435	0·518	5·2	
1030·82	2·82	0·532	5·1	
1027·39	2·805	0·529	5·14	
947·66	direct bestimmt	0·4867	5·1	
579·30	1·62	0·305	5·4	

Chlor.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltenes Silberchlorid	Berechnetes Chlor	In 10000 Theilen	
			Einzelbestimmung	im Mittel
1000	0·561	0·138	1·38	1·383
2000	1·121	0·276	1·38	
3000	1·690	0·418	1·393	

Schwefelsäure.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltener schwefelsaurer Baryt	Berechnete Schwefelsäure	In 10000 Theilen
30·000	0·011	0·0037	0·0012

Kieselsäure.

Wasserquantum in Grammen	Gefundene Kieselsäure	In 10000 Theilen	
		Einzel-bestimmung	im Mittel
8000	0·083	0·103	0·1056
4000	0·045	0·110	
5000	0·052	0·104	

Kalk.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltener schwefelsaurer Kalk	Berechneter Kalk	In 10000 Theilen	
			Einzel-bestimmungen	im Mittel
8000	0·0720	0·0312	0·039	0·0446
5000	0·0562	0·0231	0·046	
4000	0·0480	0·0197	0·049	

Magnesia.

Wasserquantum in Grammen	Zweibasige phosphorsaure Magnesia	Berechnete Magnesia	In 10000 Theilen	
			Einzel-bestimmungen	im Mittel
8000	0·066	0·0237	0·0296	0·0265
9000	0·060	0·0217	0·0241	

Kali.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltenes Kaliumplatin-chlorid	Berechnetes Kali	In 10000 Theilen
30·000	0·529	0·1022	0·034

Ammoniumoxyd.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltenes Ammoniumoxyd	In 10000 Theilen	Im Mittel
8000	0·036	0·045	0·047
4000	0·025	0·05	

Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde.

Wasserquantum in Grammen	Erhaltenes Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde	In 10000 Theilen
8000	0·0073	0·0091

Schwefelsaure Salze und das nach Abzug von den Sulfaten des Kalkes, Magnesia und des Kali erhaltene Natron.

Wasserquantum in Grammen	Die nach Abscheidung der Kieselsäure erhaltenen Sulfate	In 10000 Theilen
3000	3·28	10·933

Die Menge der anderen Sulfate beträgt 0·2506, und zwar:

Schwefelsaures Kali . . . 0·0628
„ Magnesia . 0·0795
„ Kalk . . 0·1083
Summe . 0·2506

daher bleibt 10·933—0·2506 = 10·6827 Grammen schwefelsaures Natron, d. i. in 10000 Theilen des Wassers 4·6642 Natron.

Organische Substanzen.

Wasserquantum in Grammen	Organische Substanz	In 10000 Theilen	
		Einzel-bestimmung	Mittel
100	0·006	0·6	0·675
200	0·015	0·75	

Fixe Bestandtheile.

Wasserquantum in Grammen	Fixe Bestandtheile. Der Rückstand geglüht mit kohlensaurem Ammon befeuchtet und bis 170° C. erhitzt	In 10000 Theilen	
		Einzel-bestimmungen	im Mittel
200	0·172	8·6	8·8
100	0·087	8·7	
100	0·091	9·1	

Es sind demnach in 10000 Theilen des Wassers nach den Mittelwerthen der Einzelbestimmungen enthalten:

Kieselsäure	0·1056
Schwefelsäure	0·0012
Chlor	1·3830
Kalk	0·0446
Magnesia	0·0265
Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde	0·0091
Kali	0·034
Ammoniumoxyd	0·047
Natron	4·6642
Organische Substanz	0·6750
Gebundene Kohlensäure	2·635
Halbgebundene Kohlensäure	2·635

Die wahrscheinlichen näheren Bestandtheile dieses Wassers wären daher folgende:

Chlorkalium	0·0537
Chlornatrium	2·1396
Chlorammonium	0·0918
Schwefelsaurer Kalk	0·0020
Kohlensaurer Kalk	0·0796
Kohlensaure Magnesia	0·0556
Kohlensaures Natron	6·1082
Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde	0·0091
Kieselsäure	0·1056
Organische Substanz	0·6750

Kohlensäure mit Natron, Kalk und Magnesia zu Bicarbonaten 2·635
Summe der fixen Bestandtheile berechnet . . . . 8·625
„ „ „ „ gefunden . . . . 8·800
Summe der fixen Bestandtheile als schwefels. Salze berechnet 11·1579
„ „ „ „ „ „ „ gefunden 11·03

Eine im Jahre 1847 in den Berichten über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien von Herrn Director Ragski publicirte Analyse dieses Wassers stimmt mit dieser Analyse vollkommen überein; daraus geht hervor, daß sich diese Quelle seit dieser Zeit gar nicht geändert hat.

II. Analyse der Gase.

A. Frei ausströmende Gase.

Von Dr. Oser und F. Reim.

Die Analysen dieser Gase wurden nach den in „Bunsen's gasometrischen Methoden" angeführten Verfahren ausgeführt. Hiernach gibt es zwei Hauptmethoden die freien Gase aufzusammeln.

Die erste Methode besteht darin, daß man einen mit einer an einem Ende zugeschmolzenen, an einer Stelle verengten Röhre versehenen Trichter mit Wasser gefüllt über die Stelle bringt, an welcher die Entwickelung des Gases stattfindet.

Nach der zweiten Methode bringt man über den Ort, wo sich das Gas entwickelt, einen Trichter, der mit einem System von ausgezogenen offenen Röhren verbunden ist, vertreibt durch längeres Durchleiten der ausströmenden Gase vollständig die atmosphärische Luft und schmilzt hierauf die Röhren nach einander ab.

Die Analysen der nach der ersten Methode aufgefangenen Gase, von denen wohl jede einzelne für sich richtig war, stimmten jedoch unter einander nicht in dem Maße überein, wie es wünschenswerth gewesen wäre, und wir werden auf die Ursachen dieser Differenzen in der Zusammensetzung an einem späteren Orte noch zurückkommen.

Von den nach der zweiten Methode mit Gas gefüllten und zugeschmolzenen Röhren wurde eine größere Anzahl in einen gemeinschaftlichen mit Quecksilber gefüllten Gasometer entleert, und aus diesem die einzelnen Proben zur Analyse entnommen.

Eine qualitative Analyse mit den nöthigen Absorptionsmitteln ausgeführt, ergab die Abwesenheit von Kohlensäure, Sauerstoff,

Schwefelwasserstoff und von Kohlenwasserstoffen von der Formel $Ꞓ_n H_{2n}$ im freien Gase. Die Verbrennungs-Analyse gab folgende Resultate:

Analyse A.

	Temperatur in Graden Cels.	Druck in Meter	Volumen	Volumen bei 0° C. u. 1 Meter Druck	
Luftfüllung	15°6	0·4417	262·5	109·7	Luft . . = 109·7
Nach Zulassung von Gas .	15°9	0·4917	313·8	145·8	Gas . . = 36·1
Nach Zulassung von Sauerstoff	16°0	0·5746	396·8	215·4	Θ . . . = 69·6
Nach der Explosion . . .	15°0	0·5182	343·7	168·8	Contr. C′ = 46·6
Nach Absorption der Kohlensäure	16°0	0·4953	312·1	146·0	$Ꞓ\Theta_2$ . . = 22·8
Nach Zulassung von Wasserstoff	16°0	0·6443	464·1	281·9	H . . . = 135·9
Nach der Explosion . . .	16°0	0·4813	311·5	141·6	Contr. C″ = 140·3

Berechnet man aus der Analyse den im Gase enthaltenen Stickstoff, so erhält man:

Volumen nach Absorption der $Ꞓ\Theta_2$ . . = 146·0
Stickstoff der Luft . . . . = 86·7
Unverbrauchter Sauerstoff = $^1/_3$ C″ . = 46·7
Stickstoff des Gases . = 12·6 Vol.

Nimmt man an, daß dieses Gasgemenge aus Kohlenoxydgas, Sumpfgas, Wasserstoffgas und Stickgas bestehe, so kommt man zu folgenden Bedingungsgleichungen, in welchen x = Kohlenoxydgas, y = Sumpfgas, z = Wasserstoffgas und n = Stickgas bezeichnen.

(1) $x+y+z+n = 36\cdot1$

$n = 12\cdot6$

(2) $x+y+z \;.\; = 23\cdot5$

(3) $x+y \;. \;. \;. = 22\cdot8$

(4) $\frac{1}{2}x+2y+\frac{3}{2}z = 46\cdot6 = C'$.

Aus Gleichung 2 und 3 ergibt sich $z = 0 \cdot 7$; ferner aus Gleichung

$$(4) \qquad x + 4y = 91 \cdot 1$$

$$(3) \qquad x + y = 22 \cdot 8$$

daher $3y = 68 \cdot 3;\ y = 22 \cdot 78$,

somit nach Gleichung (3) $x = 0$, hiernach sind in 36·1 Volumen des zur Analyse verwendeten Gases:

Methylwasserstoff . . .	=	22·78
Wasserstoffgas . . .	=	0·70
Stickgas	=	12·60
		36·08.

Berechnet man aus diesen Daten den verbrauchten Sauerstoff, so ergibt sich für denselben:

$$\tfrac{1}{2}x + 2y + \tfrac{1}{2}z \text{ das ist}$$

$$45 \cdot 56 + 0 \cdot 35 = 45 \cdot 91.$$

Berechnet man den verbrauchten Sauerstoff direct aus den Ergebnissen der Analyse, so erhält man:

109·7 Volumen Luft enthalten Sauerstoff . .	22·99 Vol.
Zugesetzter Sauerstoff	69·60 „
Gesammter Sauerstoff =	92·59.

Aus Contraction C″ berechneter unverbrauchter Sauerstoff . . . . =	46·70
Verbrauchter Sauerstoff . =	45·89
Indirect gefunden C′	45·91
Differenz .	0·02 Vol.

Somit ergibt sich für die Zusammensetzung des Gases in 100 Volumtheilen:

Methylwasserstoff . . .	=	63·2
Wasserstoffgas . . .	=	1·9
Stickgas	=	34·9
		100·0.

Analyse B.

	Temperatur in Graden Cels.	Druck in Meter	Volumen	Auf 0° und 1 Meter Druck red. Vol.	
Luftfüllung	16°1	0·3817	298·3	107·5	Luft = 107·5
Nach Zulassung von Gas .	16°2	0·4304	348·0	141·4	Gas = 33·9
Nach Zulassung von Θ . .	16°3	0·4709	389·2	172·96	Θ = 31·56
Nach der Explosion . . .	16°3	0·4123	330·9	128·75	C′ = 44·21
Nach Absorption der $\mathrm{C}\Theta_2$	16°0	0·3876	292·3	107·00	$\mathrm{C}\Theta_2$ = 21·75
Nach Zulassung von H . .	16°6	0·4802	388·5	175·88	H = 68·88
Nach der Explosion . . .	16°0	0·4338	353·5	144·87	C″ = 31·01

Berechnet man aus der Analyse den im Gase enthaltenen Stickstoff, so erhält man:

Nach Absorption der Kohlensäure . . .	=	107·0
Stickstoff der Luft	=	84·98
Unverbrauchter Sauerstoff aus C″ . . .	=	10·34
Stickstoff des Gases	=	11·68.

Nimmt man an, daß dieses Gasgemenge aus Kohlenoxyd, Sumpfgas, Wasserstoffgas und Stickgas bestehe, so ergibt sich ähnlich wie oben

$$(1)\quad x+y+z+n = 33\cdot 9$$
$$n = 11\cdot 68$$
$$(2)\quad x+y+z = 22\cdot 22$$
$$(3)\quad x+y = 21\cdot 75$$
$$(4)\quad \tfrac{1}{2}x+2y+\tfrac{3}{2}z = 44\cdot 21 = C',$$

woraus

$$x = 0$$
$$y = 21\cdot 75$$
$$z = 0\cdot 47$$
$$n = 11\cdot 68$$
$$\overline{\quad 33\cdot 90.}$$

Berechnet man aus dieser gefundenen Zusammensetzung wie oben den zur Verbrennung verwendeten Sauerstoff, so ergibt sich für denselben:

$$\tfrac{1}{2}x + 2y + \tfrac{1}{2}z \text{ das ist}$$
$$43 \cdot 5 + 0 \cdot 23 = 43 \cdot 73.$$

Direct gefundener verbrauchter Sauerstoff:

Sauerstoff der Luft	= 22·52
Zugelassener Sauerstoff	= 31·56
Gesammtmenge des Sauerstoffes .	= 54·08
Unverbrauchter Sauerstoff	= 40·33 = $^1/_3$ C″.
Verbrauchter Sauerstoff .	= 43·75
Indirect gefundener	= 43·73
Differenz .	= 0·02.

Schließlich ergibt sich für die Zusammensetzung des freien Gases in 100 Volumtheilen:

Methylwasserstoff . . .	= 64·0
Wasserstoffgas . . .	= 1·5
Stickgas	= 34·5
	100·0.

Bestimmung der in einer Secunde ausströmenden Menge freien Gases.

Das Ausströmungsrohr von 9 Zoll Durchmesser ist umgeben von einer hölzernen Röhre von beiläufig 15 Zoll Durchmesser und ist letztere um einige Zolle niedriger. Über das Ausströmungsrohr wurde eine Flasche gestülpt, deren Boden abgesprengt und deren Hals durch einen Kautschukschlauch mit Entbindungsröhren von ziemlich weiten Dimensionen verbunden war. Diese Entbindungsröhren wurden unter einen mit Wasser gefüllten, graduirten Cylinder gebracht und die Zeit, während welcher man Gas einströmen ließ, in Secunden beobachtet. Hierauf wurde der Cylinder mit einer gläsernen Schale unterfangen herausgenommen, das Volumen des Gases im Cylinder und die Differenz des Wasserniveaus in- und außerhalb des Cylinders abgelesen und zugleich die Temperatur beobachtet. Die durch eine Reihe von Versuchen erhaltenen Daten sind in der nachfol-

genden Tabelle enthalten, und lassen die nach dieser Methode erzielten Resultate einen ziemlich guten Schluß auf die ausströmenden Mengen zu.

Nummer des Versuches	Anzahl der Secunden	Auf 0° und 760 Millim. Druck red. Vol. in Kubikcent.	Ausströmende Kubikcent. per Secunde
I	31	370·5	11·9
II	30	413·2	13·8
III	27	315·5	11·7
IV	28	387·2	13·8
V	28	372·3	13·3
VI	27	329·8	12·2
VII	28	335·6	12·0
VIII	28	374·1	13·3
IX	30	362·9	12·1
X	30	384·9	12·8

Im Mittel strömen daher pr. Secunde 12·7 Kubikcent. bei 0° Cels. und 760 Millim. Druck aus; daher

pr. Minute 762 Kubikcent.
„ Stunde 45 Litr., 720 Kubikcent.
„ Tag 1097 „ 280 „

II. Vom Wasser absorbirte Gase.

Die Füllung des Ballons mit Wasser aus dem Ausflußrohre wurde nach der gewöhnlichen Methode vorgenommen. Bei dem Auskochen des Wassers erhielten wir variable Mengen von Kohlensäure, was von einer mehr oder weniger weit gehenden Zerlegung der im Wasser enthaltenen Bicarbonate herrührt.

Wir modificirten in Folge dessen das gewöhnliche Verfahren dahin, daß wir statt des reinen Wassers, welches zum Austreiben der Luft aus den Sammelröhren dient, eine verdünnte ausgekochte Lösung von Phosphorsäure verwendeten, und während der Operation des Austreibens des Gases mit dem Inhalte des Ballons vermengten.

Ein nach dieser Methode vorgenommener Versuch ergab:

Durch Auskochen erhaltene Kohlensäure bei 760 Millim. Druck und 0° Cels. 171·3 Kubikcent.

Capacität des Ballons = 740 Kubikcent. 100 Theile des Wassers enthalten dieser Bestimmung zu Folge 23·1 Vol. Kohlensäure, eine Menge, die genügend mit der durch Gewichtsanalyse gefundenen übereinstimmt.

Der von Kohlensäure befreite Theil des ausgekochten Gases wurde einer Verbrennungsanalyse unterzogen, und gab folgende Resultate:

	Temperatur in Graden Cels.	Druck in Metern	Volumen	Auf 0° und 1 Meter Druck red. Vol.	
Luftfüllung	17°0	0·3849	220·0	79·7	Luft = 79·7
Nach Zulassung von Gas .	17°0	0·4411	250·9	104·2	Gas = 24·5
Nach Zulassung von Θ . .	17°1	0·4829	295·5	134·3	Θ = 30·1
Nach der Explosion . . .	17°0	0·4310	239·5	97·2	C′ = 37·1
Nach Absorption der $ЄΘ_2$	17°2	0·4117	203·7	78·9	$ЄΘ_2$ = 18·3
Nach Zulassung von H . .	15°7	0·5123	308·3	148·7	H = 69·8
Nach der Explosion . . .	17°0	0·4654	269·5	118·6	C″ = 30·1

Berechnet man aus dieser Analyse den im Gase enthaltenen Stickstoff, so erhält man:

Nach Absorption der $ЄΘ_2$ . . . . = 78·9 Vol.
Stickstoff der Luft . . . . = 63·0 „
Unverbrauchter Sauerstoff . . . = $^1/_3$ C″ = 10·03 „
Stickstoff des Gases . . = 5·87 Vol.

Bezeichnet man mit y = Sumpfgas, mit z Wasserstoffgas, mit n Stickgas, so ergibt sich:

(1)
$$y+z+n = 24 \cdot 5$$
$$n = 5 \cdot 87$$
$$y+z = 18 \cdot 63$$

(2)

$$y = 18 \cdot 30$$

$$\begin{aligned} z &= 0 \cdot 33 \\ y &= 18 \cdot 30 \\ n &= 5 \cdot 87 \\ \hline & 24 \cdot 50. \end{aligned}$$

Berechnet man aus dieser Zusammensetzung den verbrauchten Sauerstoff, so erhält man für denselben:

(3)

$$2y + \tfrac{1}{2}z = \text{das ist:}$$

$$36 \cdot 6 + 0 \cdot 16 = 36 \cdot 76.$$

Direct berechneter Sauerstoff:

Sauerstoff der Luft	. . . . . . =	16·7
Zugesetzter Sauerstoff	. . . . . =	30·1
		46·8
Unverbrauchter Sauerstoff	. . . =	10·03 = $^1/_2$ C″.
Verbrauchter Sauerstoff	. =	36·77.

Die Zusammensetzung des vom Wasser absorbirten Gases ist somit in 100 Volumtheilen:

Methylwasserstoff	. . . =	74·7
Wasserstoffgas	. . . . =	1·3
Stickgas	. . . . =	24·0
		100·0.

Die Quantität des durch Auskochen erhaltenen kohlensäurefreien Gases betrug 43·8 Vol. Capacität des Ballons 1088·7 Vol. Demnach sind in 100 Theilen Wasser 4·0 Vol., in 10000 Volumtheilen 400 Vol. Gas absorbirt.

Um die Quantität des absorbirten Gases, welches pr. Secunde geliefert wird, zu berechnen, benützten wir die Angaben des Bohrjournals, wonach der artesische Brunnen 10000 Eimer Wasser pr. Tag liefert.

10000 Eimer = 566040 Litres.

In einer Secunde strömen daher 6·551 Kubikcent. Wasser aus.

In diesem pr. Secunde gelieferten Wasserquantum sind unserer Analyse zufolge:

262·0 Kubikcent. absorbirtes,
12·7 „ freies Gas

274·7 Kubikcent.,

somit die Gesammtmenge des mit dem Wasser pr. Secunde zu Tage tretenden absorbirten und freien Gases 274·7 Kubikcent.

Wollte man nun, wie dies Bunsen in seinen „gasometrischen Methoden" pag. 208 empfiehlt, und Carius in seinen Untersuchungen der Mineralquellen des Inselbades bei Paderborn (Ann. d. Chem. u. Pharm., Bd. CXXXVII, Heft 1, Seite 111) ausführt, die gefundene Zusammensetzung des absorbirten Gases aus der Zusammensetzung des freien Gases mit Hilfe der von Bunsen angegebenen Formeln berechnen, so sieht man sogleich die Unmöglichkeit dieser Controle ein. Diese Formeln gelten nämlich nur für den Fall, wenn das Volumen des Gases, welches die Quelle durchströmt, im Verhältniß zum absorbirenden Wasserquantum so groß ist, daß das freie Gas durch die Absorption an seiner Zusammensetzung nicht geändert wird, während in unserem Falle gerade das Gegentheil stattfindet.

Berechnet man aber dennoch aus der Analyse des freien Gases die Zusammensetzung und Quantität des absorbirten Gases für die Temperatur der Quelle von 17°5 Cels. und 760 Millim. Druck, so erhält man folgende Resultate: Nach Analyse *A.* ist die Zusammensetzung des freien Gases in der Volumseinheit:

$$\begin{aligned} CH_4 &= 0\cdot632 = \nu_1 \quad & \alpha_1 &= 0\cdot03739 \\ H &= 0\cdot019 = \nu_2 \quad & \alpha_2 &= 0\cdot01930 \\ N &= 0\cdot349 = \nu_3 \quad & \alpha_3 &= 0\cdot01441 \end{aligned}$$

$$u_n = \frac{\alpha_n \nu_n}{\alpha_1\nu_1 + \alpha_2\nu_2 + \ldots + \alpha_n\nu_n}$$

hiernach

$$u_1 = \frac{\alpha_1\nu_1}{\alpha_1\nu_1 + \alpha_2\nu_2 + \alpha_3\nu_3} = \frac{0\cdot0236}{0\cdot029} = 0\cdot815$$

$$u_2 = \frac{\alpha_2 \nu_2}{\alpha_1 \nu_1 + \alpha_2 \nu_2 + \alpha_3 \nu_3} = \frac{0 \cdot 0003667}{0 \cdot 029} = 0 \cdot 012$$

$$u_3 = \frac{\alpha_3 \nu_3}{\alpha_1 \nu_1 + \alpha_2 \nu_2 + \alpha_5 \nu_3} = \frac{0 \cdot 00503}{0 \cdot 029} = 0 \cdot 173.$$

Hieraus ergibt sich die Zusammensetzung des absorbirten Gases in 100 Volumstheilen:

$$\begin{aligned} CH_4 &= 81 \cdot 5 \\ H &= 1 \cdot 2 \\ N &= 17 \cdot 3. \end{aligned}$$

Die Quantität des absorbirten Gases ist gleich:

$$\alpha_1 \nu_1 + \alpha_2 \nu_2 + \alpha_3 \nu_3 = 0 \cdot 029$$

in der Einheit, oder 290 Vol. Gas in 10000 Theilen Wasser.

Vergleicht man die berechnete Zusammensetzung mit der gefundenen, so sieht man, daß die letztere in der Mitte steht zwischen der gefundenen Zusammensetzung des freien Gases und der berechneten Zusammensetzung des absorbirten Gases, wonach die obige Voraussetzung der Nichtzulässigkeit einer Controle gerechtfertigt ist.

Eine Berechnung des Druckes, unter welchem die gefundene Menge des vom Wasser absorbirten Gases aufgenommen wird, ergibt, daß die Absorption unter einem Druck von nahezu 2 Atmosphären, also nach Abzug des Luftdruckes unter dem Drucke von ungefähr 31 Fuß Wasserhöhe erfolgt sein müßte. Nun ist aber der Brunnen 103 Klafter tief und es ist viel weniger Gas vorhanden, als bei einem Wasserdruck von 103 Klaftern absorbirt werden könnte, woraus sich ergibt, daß das freie Gas nur ein Theil des unter dem höheren Drucke absorbirten Gases ist, der sich in Folge der Bewegung des Wassers und der Verminderung des Druckes in den höheren Schichten des Ausströmungsrohres in Freiheit gesetzt hat.

Aus der Erwägung dieser Verhältnisse ergibt sich auch, warum die nach der ersten Auffangmethode erhaltenen Resultate unter einander solche Differenzen zeigten. Bei dem stoßweisen Aufquellen des Wassers werden nämlich bald größere, bald kleinere Quantitäten des Gases entbunden, daher man auch, wenn man den Inhalt

der auf diese Weise gefüllten Röhren gesondert analysirt, nie übereinstimmende Resultate erhält. So z. B. gaben zwei Analysen von gesondert aufgefangenen Gasproben:

CH_4	62·4	59·4
H	1·1	2·0
N	36·5	39·6
	100·0	100·0

Wir lassen nun eine Zusammenstellung sämmtlicher Analysen folgen:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
CH_4	63·2	64·0	62·4	59·4	74·7	81·5	81·9
H	1·9	1·5	1·1	1·0	1·3	1·2	1·0
N	34·9	34·5	36·5	39·6	24·0	17·3	17·4

I. und II. Analysen von freiem Gase.

III. und IV. Analysen von freiem nach der ersten Methode aufgefangenem Gase.

V. Analyse des absorbirten Gases.

VI. und VII. Berechnete Zusammensetzung des absorbirten Gases aus Analyse I. und II.

Auffallend ist hierbei, daß sich bei allen diesen Analysen ein, wenn auch nur sehr geringer Gehalt an freiem Wasserstoffgas ergibt, indem bei allen Gasen, wo sich unter ähnlichen Umständen Sumpfgas bildet, ein Auftreten von freiem Wasserstoffgas bisher nicht beobachtet wurde. Eben so hätten wir, indem Herr Bergrath F. R. v. Hauer in der mit der Bohrung erreichten Schichte Gerölle eines grünen, Eisenkies führenden Sandsteines mit Lignittrümmerchen gefunden hat, im Wasser das Auftreten von schwefelsauren Salzen und Schwefelwasserstoff erwartet, während von ersteren nur ein Minimum, von letzterem gar nichts darin nachzuweisen war.

Es scheint dies dafür zu sprechen, daß sich der in dieser Schichte befindliche Eisenkies nicht mehr unter der Action von Sauerstoff befindet, welcher die Oxydation des Schwefels im Eisenkiese zu Schwefelsäure hätte bewirken können, und stimmt dieses auch mit

den Ergebnissen der Analyse überein, wornach Sauerstoff in den Gasen nicht gefunden wurde.

Schließlich fühlen wir uns veranlaßt Herrn Director Ritter von Engerth und Herrn Director Haßwell, welche uns mit größter Bereitwilligkeit das zur Ausführung dieser Arbeit Nöthige zur Verfügung stellten, unseren Dank auszusprechen.

Diese Untersuchungen wurden im Laboratorium des Herrn Prof. Schrötter ausgeführt.

XV. SITZUNG VOM 14. JUNI 1866.

Herr Hofrath Ritter von Ettingshausen im Vorsitze.

Der Secretär gibt Nachricht von dem am 11. Juni erfolgten Ableben des inländischen correspondirenden Mitgliedes Herrn Dr. Theodor Kotschy.

Über Einladung des Vorsitzenden geben sämmtliche Anwesende ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Herr Dr. Eduard Schwarz übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Mikroskopische Untersuchungen in der Milch der Wöchnerinnen“.

Herr Prof. Dr. F. Unger übergibt eine Abhandlung: „Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Culturgeschichte. VII. Ein Ziegel der Dashurpyramide in Ägypten nach seinem Inhalte an organischen Einschlüssen“.

Herr Dr. Erwin Freih. v. Sommaruga legt eine Abhandlung: „Über die Äquivalente von Kobalt und Nickel“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa, Classe de Sciencias moraes, politicas e Bellas-Lettras: Historia e Memorias. Nova Serie. Tomo III, Parte 2. Lisboa, 1865; 4°. — Classe de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes: Memorias. Nova Serie. Tomo III, Parte 2. Lisboa, 1865; 4°.

Ages of U. S. Volunteer Soldiery. New York, 1866; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. März 1866. Berlin; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Katalog der Hölzer-Sammlung desselben. Wien, 1866; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1587—1590. Altona, 1866; 4°.

Clot-Bey, De l'ophthalmie et de la vaccination etc. Paris; 8°. — Leçon sur la peste d'Egypte etc. Marseille, 1862; 8°. — Coup d'oeil sur la peste et les quarantaines etc. Paris 1851; 8°.

Cosmos. 2[e] Série. XV[e] Année, 3[e] Volume, 22[e] Livraison. Paris, 1866; 8°.

Dienger, J., Theorie und Auflösung der höheren Gleichungen. Stuttgart, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 24. Wien, 1866; 8°.

Guarmani, Carlo, Il Neged settentrionale. Itinerario da Gerusalemme à Aneizeh nel Cassim. Gerusalemme, 1866; 8°. — El Kamsa. Il cavallo arabo puro sangue. (2[da] edizione.) Gerusalemme, 1866; 8°

Gümbel, C. W., Über das Vorkommen unterer Triasschichten in Hochasien. (Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. d. W. in München 1865. II, 4.) — Über das Vorkommen von Eozoon im ostbayerischen Urgebirge. (*Ibidem*, 1866. I, 1.) 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 17. Wien, 1866; 4°.

Lotos. XVI. Jahrg. April—Mai 1866. Prag; 8°.

Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde, uitgegeven door Dr. J. C. Ballot. Nieuwe reeks 1.—4. Aflevering. Januarij—April 1866. Utrecht; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1866, Heft V. Gotha; 4°.

Museum of comparative Zoölogy, Cambridge Mass.: Bulletin. Nr. 4. 8°. — Illustrated Catalogue. Nr. I & II. Cambridge 1865; 4°.

Pietruski, Stan. Konst. v., Historya naturalna i hodowla ptaków. Tom. IV. Lwów, 1866; 8°.

Reader. Nr. 180, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Verein, naturwissenschaftlicher, zu Bremen: I. Jahresbericht. Bremen, 1866; 8°.

— der Ärzte in Steiermark. II. Jahresbericht. 1864—1865. Graz, 1866; 8°.

West, Lambert von, Eine dringende Mahnung an Freunde der Physik, Mechanik und Astronomie etc. Wien, 1866; 8°.

Winchell, Alexander, and Oliver Marey, Enumeration of fossils collected in the Niagara Limestone at Chicago, Illinois etc. (Mem. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. I, Nr. 1.) Cambridge, 1865; 4°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 46—47. Wien, 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 16. Gratz, 1866; 4°.

Wackernagel, Wilhelm, Sechs Bruchstücke einer Nibelungenhandschrift aus der mittelalterlichen Sammlung zu Basel. Basel, 1866; 8°.

Über die Äquivalente von Kobalt und Nickel.

Von Dr. Erwin v. Sommaruga.

Zu den interessanteren Fragen auf dem Gebiete der theoretischen Chemie dürfte wohl auch die gehören: können zwei Grundstoffe dasselbe Äquivalent besitzen oder nicht? Es sind für und wider schon mancherlei Gründe speculativer Natur sowohl, als auch die Resultate vielfacher Versuche angeführt worden, ohne daß es scheint, man hätte sich völlig über diese Frage geeinigt. So viel ich aus Tafeln der Äquivalente, wie sie in den verschiedenen Handbüchern der Chemie enthalten sind, ersehen konnte, galten vielfach oder gelten auch noch zum Theile als gleich die Äquivalente von Cer und Lanthan = 46, die von Nickel und Kobalt = 29·5, die von Ruthenium und Rhodium = 52 und die von Platin und Iridium = 99. Mit Ausnahme von Nickel und Kobalt fällt es bei diesen Elementen sehr schwer eine dem Zwecke entsprechende Verbindung in so reinem Zustande darzustellen, daß eine Bestimmung des Äquivalentes völlig entscheidend sein könnte: für die beiden erstgenannten Metalle aber stehen so vollständige Trennungsmethoden zu Gebote, daß sich die eingangs gestellte Frage wird entscheiden lassen. Ist für ein Paar der angeführten Elemente die Verschiedenheit der Äquivalente constatirt, so wird sie sich principiell auch für die anderen folgern lassen.

Eben die geringe Übereinstimmung [1]) in den Angaben, die auf die Äquivalente von Nickel und Kobolt Bezug haben, veranlaßten mich, Versuche in dieser Richtung anzustellen, deren Resultate ich in Folgendem darlegen will.

Bevor ich zur Beschreibung meiner eigenen Versuche schreite, scheint es mir am Platze, sämmtliche bis jetzt vorgenommenen

---

[1]) Die Zahl 29·5 für Kobalt und Nickel findet sich beispielsweise in den Jahresberichten von Will und Kopp, in Fresenius' quantitativer Analyse u. s. w., während die R. Schneider'schen Zahlen 29 für Nickel und 30 für Kobalt von Otto und Strecker in ihren Lehrbüchern adoptirt sind.

diesbezüglichen Versuche zusammenzustellen, indem dies geeignet sein dürfte, manchen Bestimmungen die richtige Würdigung zu Theil werden zu lassen.

Der erste, der sich mit den Äquivalenten der beiden Metalle, Kobalt und Nickel, beschäftigte, war Rothoff. Er führte Kobaltoxyd (unser jetziges Oxydul CoO) in Chlorür CoCl über und bestimmte darin das Chlor mit salpetersaurem Silberoxyd [1]. Berzelius berechnete aus den gefundenen Zahlen im Jahre 1818 das Äquivalent des Kobalts zu 732·61, indem er für das Oxyd die Formel CoO_2 annahm. Nach den jetzt giltigen Äquivalenten für Silber $Ag = 108$ und Chlor $Cl = 35 \cdot 5$, sodann unter Zugrundelegung der Formel des Oxyduls CoO erhält man die Zahl 29·47. In gleicher Weise wurde von Rothoff für Nickel verfahren. Berzelius berechnete die Zahl 733·8 [2]; unter den für Kobalt gemachten Bedingungen erhält man die Zahl 29·53 als Äquivalent für Nickel. Rothoff hat nur je einen Versuch gemacht, daher es immerhin merkwürdig ist, wie nahe er den richtigen Zahlen gekommen ist. Freilich ergab sich nach diesen Bestimmungen das Äquivalent des Nickels größer als das des Kobalts.

Erdmann und Marchand führten Versuche für Nickel allein aus; sie reducirten Nickeloxydul im Wasserstoffstrom und erhielten so 29·1—29·3 als Äquivalent des Nickels, von welchen Zahlen sie die erste für die richtigere erklärten [3].

Deville erhielt gelegentlich der Reindarstellung des Nickelmetalles dieselbe Zahl, wie Berzelius [4].

Der nächste Chemiker, der sich wieder mit den Äquivalenten beider Metalle beschäftigte, war R. Schneider. Er bestimmte 1857 in neutralem oxalsaurem Kobaltoxydul und Nickeloxydul, deren Reindarstellung er bei dieser Gelegenheit sehr genau angibt, das Verhältniß von Kohlenstoff und Metall. Indem beide Bestimmungen in Proben von gleicher Trockenheit gemacht wurden, kam der Wassergehalt des Salzes nicht in Betracht. R. Schneider erhielt aus mehreren Versuchen die Zahlen 30 für Kobalt und 29 für Nickel. Diese Zahlen fanden, wie schon bemerkt, theilweise Aufnahme in Lehr- und Handbücher.

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 8, S. 185.

[2] Schweig. Jour. Bd. XXII, S. 329.

[3] Journ. f. prakt. Chem. LV., S. 193.

[4] Ann. chem. et phys. XLVI., S. 182.

Bei einer Aufzählung von Äquivalentbestimmungen für verschiedene Körper, darunter auch der Versuche R. Schneider's, bemerkt Gibbs in einer Note, daß sich ihm aus den Analysen von Ammoniakkobaltsalzen die Zahl 29·5 für Kobalt ergeben, ohne jedoch anzugeben, welche Verbindungen zu diesen Versuchen gedient hatten [1]).

Dumas analysirte die Chlorüre von Kobalt und Nickel CoCl und NiCl und erhielt durch je fünf Versuche für Kobalt die Zahlen 29·50—29·59, für Nickel 29·49—29·53 [2]), wonach die beiden Äquivalente gleich zu sein schienen.

Marignac, der sich ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäftigte, zweifelte die Richtigkeit der von R. Schneider angegebenen Zahlen an, und ermittelte für Kobalt aus der Analyse des schwefelsauren Salzes (CoO, So_3) die Zahlen 29·36—29·42, aus der des Chlorürs (CoCl) 29·42—29·51 für Nickel fand er aus der Analyse des schwefelsauren Salzes 29·32—29·38 [3]).

In Folge der Einwendungen Marignac's bestimmte R. Schneider nochmals das Äquivalent von Nickel in der früher von ihm befolgten Weise und erhielt in drei Versuchen wieder die Zahl 29 [4]).

Die letzten mir bekannten Äquivalentbestimmungen führte W. J. Russel aus. Er glühte die Oxyde von Kobalt und Nickel, wodurch er die Oxydule erhielt, die er dann im Strome Wasserstoffgas reducirte. Er erhielt Kobalt = 29·37, Nickel 29·369; somit zwar gleiche Äquivalente, aber dieselben niedriger als man sie bis dahin angenommen hatte [5]).

Zu dieser letzten Bestimmung muß ich bemerken, daß der Beweis, den Russel für die constante Zusammensetzung seines durch Glühen erhaltenen Kobaltoxyduls darin findet, daß er 93·17—93·19 Pct. Oxydul vom angewandten Oxyd erhielt, mir nicht stichhältig erscheint. 100 Theile Kobaltoxyd geben 90·45 Pct. Kobaltoxydul und 93·65 Theile Kobaltoxydoxydul von der Formel

---

1) Sill. Amer. Journ. XXV, 438, es heißt daselbst nur: Vary numerous and evrefully made analyses of salts of ammonia-cobalt bases, executed in my laboratory, indicate 29·5 as the true equivalent of cobalt, and to say the least render a reinvestigation of the subject very desirable.

2) Ann. chim. et phys. LV., S. 129.

3) Arch. phil. nat. I, 373.

4) Pogg. Ann. Bd. 107, S. 605—630.

5) Journ. of the chem. soc. 2. Ser. Vol. I, p. 51.

$Co_6O_7 = 4CoO, Co_2O_3$. Es dürfte, da Russel's Zahl sich der letztern sehr nähert, doch etwas Oxyd seinem Oxydule beigemengt gewesen sein, weßwegen er auch dann das Äquivalent zu niedrig fand.

Faßt man der Übersicht wegen sämmtliche, von den verschiedenen Chemikern gefundenen Zahlen in einer kleinen Tabelle zusammen, so gestaltet sich diese folgendermaßen. Es fanden für

Kobalt.		Nickel.	
Schneider .	30·015	Schneider .	29·025
Dumas . .	29·55 (Mittel)	Erdmann .	29·10
Gibbs . . .	29·50	Marignac .	29·35 (Mittel)
Rothoff . .	29·47	Russel . .	29·369
Marignac .	29·43 (Mittel)	Dumas . .	29·51 (Mittel)
Russel . .	29·37	Rothoff . .	29·53.

Wie man sieht, kann es sich bei einer Bestimmung der beiden Äquivalente nur um eine genauere Fixirung der Decimalstellen handeln, denn über die ganzen Zahlen herrscht nicht der geringste Zweifel; nicht jede Verbindung dürfte gleich geeignet sein, dieses Ziel erreichen zu lassen. Wie ich bei jedem der beiden Elemente anführen werde, habe ich mich bemüht, dieses Ziel möglichst im Auge zu behalten, und habe auch demgemäß die Art und Weise, wie ich meine Bestimmungen ausführte, eingerichtet.

I. Kobalt.

Zur Bestimmung des Äquivalentes des Kobalts bediente ich mich des Purpureokobaltchlorid Gibbs und Genth's, Roseokobaltchlorid Frémy's, dem die Formel $5NH_3 \frown Co_2Cl_3$ zukommt, und das nach Braun sich betrachten läßt als Kobaltipentaminchlorid $\left.\begin{matrix} \overset{'''}{\widehat{Co_2}}A_5 \\ Cl_3 \end{matrix}\right\}$[1]. Es wurde in einem Strome Wasserstoff zu Metall reducirt und dieses als solches gewogen.

Zur Darstellung dieser Verbindung verfuhr ich auf die gewöhnliche Weise. Es wurde sehr reines kohlensaures Kobaltoxydul in Salzsäure gelöst, mit Ammoniak stark übersättigt und einige Zeit an der

---

[1]) A. a. O., neuerdings Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 138, S. 109.

Luft stehen gelassen. Durch Versetzen mit Salzsäure und Kochen der Flüssigkeit erhielt ich den bekannten rothen Niederschlag, dem die oben angeführte Formel entspricht. Er war feucht schön purpurroth, trocken etwas lichter gefärbt. Zu seiner Reinigung wusch ich ihn auf einem Filter erst mit durch Salzsäure schwach sauer gemachtem Wasser, sodann anhaltend mit reinem Wasser; er wurde sodann mehrere Stunden bei 110° C. getrocknet, bei welcher Temperatur er wasserfrei ist, ohne sich jedoch im geringsten zu zersetzen. Er wurde in einer trockenen Flasche aufbewahrt, erwies sich bei einer Untersuchung als rein von Verbindungen anderer Metalle und zeigte sich fast nicht hygroskopisch. Diese Verbindung, die gerade zu Äquivalentbestimmungen bereits schon angewandt worden war (Gibbs), scheint mir in der That sehr geeignet hiezu. Da sie aus starksaurer Lösung fällt, kann sie durch andere Metalle, für welche ähnliche Verbindungen nicht existiren, auch nicht verunreinigt sein; was mechanisch vom Niederschlage etwa könnte mitgerissen werden, läßt sich durch Waschen leicht entfernen. Ein wesentlicher Vorzug liegt auch noch darin, daß die Gewichtsdifferenz zwischen dem Purpureokobaltchlorid und dem daraus reducirten Metall eine sehr bedeutende ist, weßhalb die kleinen Fehler, die den Wägungen etwa anhaften können, verschwindend werden.

Zur Reduction des Kobaltipentaminchlorid bediente ich mich mehrerer Kugelröhren von schwer schmelzbarem Glase. Eine entsprechende, nicht zu große Menge der Substanz, die der Vorsicht wegen noch in der Kugelröhre circa zwei Stunden bei 100—110° C. getrocknet und dann erst gewogen worden war, wurde zuerst für sich erhitzt, um die bei der Zersetzung des Purpureokobaltchlorids entstehenden Körper zu entfernen; es sind dies bekanntlich Ammoniak, Chlorammonium und Wasser. Das Erhitzen muß anfangs ziemlich vorsichtig geschehen, denn sonst erleidet man leicht einen Verlust dadurch, daß von den fortgehenden Dämpfen kleine Theilchen der Verbindung selbst mitgerissen werden. Es hinterbleibt je nach der Stärke des Erhitzens eine blaue oder rothe Masse, in der man kleine Krystalle wahrnimmt, und die Kobaltchlorür ist. Bei stärkerem Erhitzen erhält man wasserfreies blaues Chlorür, bei schwächerem wasserhaltiges rothes; ersteres ist stark hygroskopisch und geht leicht in letzteres über. Ließ ich eine Kugelröhre mit blauem Chlorür nur über Nacht offen liegen, so war bis zum nächsten Morgen die ganze

Masse oder wenigstens ein Theil derselben in die wasserhaltige rothe Verbindung übergegangen. Ich überzeugte mich, daß in Folge der großen Begierde Feuchtigkeit anzuziehen, das Kobaltchlorür sich nicht besonders zu Äquivalentbestimmungen empfehlen kann, daher die auf die Analyse dieses Salzes basirten Zahlen mit einiger Reserve zu nehmen sein dürften.

Sobald aus der geschmolzenen Masse von Kobaltchlorür keine merklichen Dämpfe mehr weggingen, verband ich die Kugelröhren mit dem Wasserstoffentwickelungsgefäß. Das aus Zink und Schwefelsäure entwickelte Gas passirte eine Waschflasche mit chemisch reiner Schwefelsäure, wodurch es gereinigt und getrocknet in die Kugelröhre gelangte. Sobald der Gasstrom hinreichend lang durch den Apparat gegangen war, wurde die Kugelröhre erhitzt, worauf alsbald weiße Dämpfe von Salzsäure sich zu entwickeln begannen. Um durch diese nicht belästigt zu werden, verschloß ich bei den ersten Versuchen das zum Entweichen der Gase bestimmte Ende der Kugelröhren mit einem Knierohre, das in Wasser tauchte. Es hat dies außer dem Vortheile, daß die Salzsäuredämpfe größtentheils absorbirt werden auch noch den, daß man durch tieferes Eintauchen des Knierohres einen höheren Druck im Innern des Apparates erzielen kann, wodurch die Reduction natürlich beschleunigt wird. Andererseits hat sich aber ein Übelstand darin gezeigt, daß der Kork, in den das Knierohr eingepaßt war, so stark durch die Salzsäure litt, daß er nur eine Reduction mit Sicherheit aushielt; die Folge davon war, daß er bei jedem Versuche erneuert werden mußte. Deßhalb wählte ich später Kugelröhren, die in feine Spitzen ausgingen, an denen das Gas entzündet wurde.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich eine Bemerkung anfügen, die solchen, welche diese Versuche etwa wiederholen wollten, von Nutzen sein dürfte. Hat man beim Erhitzen des Purpureokobaltchlorids für sich den Salmiak nicht vollständig ausgetrieben, so daß beim Glühen im Wasserstoffstrom erst die letzten Antheile desselben sich verflüchtigen, so ist ein Verlust, auf den ich bereits aufmerksam gemacht habe, bei einem nur etwas lebhafteren Gasstrome nur durch große Vorsicht zu vermeiden. Man thut deßhalb gut, die Substanz, bevor die Röhre in den Reductionsapparat eingeschaltet wird, möglichst stark zu erhitzen. Wenn meine Vermuthung keine irrige ist, dürfte dieser Verlust die Ursache gewesen sein, warum Gibbs die Zahl

29·5 für Kobalt erhielt. Bei den von mir vorgenommenen Versuchen dauerte die Reduction vom Momente des Erhitzens der Kugelröhre bis zu deren vollständigem Erkalten gewöhnlich eine Stunde; gegen Ende der Reduction stand die Kugelröhre in heller Rothglut. Hatte ich mehrere Kugelröhren vorgerichtet, so daß nach Beendigung einer Reduction eine neue Röhre in den Apparat eingeschaltet werden konnte, so war ich leicht im Stande, mehrere Reductionen nach einander vorzunehmen, ohne das Entwickelungsgefäß neu füllen zu müssen. Das Metall, welches in der Röhre zurückblieb, besaß die Form eines grauen Schwammes, in dem sich bisweilen glänzende Blättchen fanden. Es geschah dies dann, wenn beim Schmelzen des Kobaltchlorürs sich die Masse glatt an die Wände der Kugel angelegt hatte. Damit die poröse Metallmasse nicht etwa Feuchtigkeit anziehen konnte, bis sie auf die Wage gebracht wurde, legte ich sie in einen Exsiccator über geschmolzenes Chlorcalcium. Bei mehrmaligem Glühen im Wasserstoffstrom zeigte sich keine Gewichtsabnahme, die Reduction war stets eine vollständige gewesen. Die von mir auf solche Weise erhaltenen Zahlen sind in folgender Tabelle zusammengefaßt:

	Angewandte Substanz	Darin gefunden	Berechnet	Äquivalent	Differenz von 30	
		Kobalt				
1.	0·6656	0·1588	0·1588	30·002	+ 0·002	Von einer anderen Darstellung herrührend, als die vier letzten Versuche.
2.	1·0918	0·2600	0·2605	29·929	— 0·071	
3.	0·9058	0·2160	0·2161	29·982	— 0·018	
4.	1·5895	0·3785	0·3792	29·926	— 0·074	Für diese vier Versuche wurden Kugelröhren mit feinen Spitzen angewandt, während für die drei ersten solche, die in Wasser tauchten.
5.	2·9167	0·6957	0·6958	29·992	— 0·008	
6.	1·8390	0·4378	0·4388	29·916	— 0·084	
7.	2·5010	0·5968	0·5967	30·009	— 0·009	

Die Berechnung des Äquivalentes geschah nach folgender einfacher Gleichung: es ist dasselbe

$$x = \frac{191 \cdot 5\, p_1}{2(p - p_1)}.$$

worin p das Gewicht des angewandten Purpureokobaltchlorids, p_1 das Gewicht des gefundenen Kobaltmetalles bedeutet. Aus allen sieben Versuchen berechnet sich das Mittel zu . . . . 29·965,
aus den Versuchen 1, 3, 5 und 7 zu . . . . 29·996.

Besonders die letztere Zahl, die das Mittel der vier am besten stimmenden Versuche ist, zeigt von der Zahl 30 eine so geringe Abweichung, daß man unbedenklich die letztere auch dafür annehmen kann. Nach diesen Versuchen wäre somit das Äquivalent des Kobalts so, wie von R. Schneider, gefunden.

II. Nickel.

Da für Nickel keine Verbindung entsprechend dem Purpureokobaltchlorid bekannt ist, verzichtete ich überhaupt auf eine directe Bestimmung und ermittelte deßhalb auf indirectem Wege das Äquivalent dieses Körpers. Ich bestimmte den Schwefelsäuregehalt des Doppelsalzes von schwefelsaurem Nickeloxydul und schwefelsaurem Kali mit sechs Atomen Wasser. Auf den ersten Blick könnte diese Verbindung kein besonderes Vertrauen in aus ihr abgeleitete Zahlen erwecken; bei näherer Betrachtung der merkwürdigen Eigenschaften aber, die dieses Salz besitzt, dürfte sich die Sache anders gestalten. v. Hauer hat nämlich nachgewiesen, daß dieses Salz bei 100° C. nichts von seinem Krystallwasser verliert, sondern bei dieser Temperatur anhaltend getrocknet, stets die gleiche Zusammensetzung besitzt [1]), der Wassergehalt des Salzes hat somit keinen störenden Einfluß auf die Resultate der Analyse; andererseits ist aber die Schwefelsäurebestimmung eine so ungemein scharfe, daß, wie sich auch bei meinen Versuchen zeigte, die Übereinstimmung der gefundenen und berechneten Werthe bis auf Zehntel eines Milligrammes sich erstreckt. Einen weiteren Vorzug habe ich bei dieser Verbindung darin gefunden, daß es sich von dem entsprechenden Kobaltdoppelsalze vollständig trennen läßt. Nach den Angaben v. Hauer's [2]) und Tabler's [3]) ist das Nickeldoppelsalz bei weitem weniger löslich als das Kobaltdoppelsalz, so daß durch fortgesetztes Umkrystallisiren

[1]) Wien. Akad. Ber. Bd. 39, S. 299. v. Hauer erhitzte das Salz durch 8 Tage auf 100° C., ohne die geringste Gewichtsabnahme finden zu können.

[2]) Journ. f. prakt. Chem. LXXIV, S. 433.

[3]) A. a. O.

ersteres rein erhalten wird, während die Mutterlaugen reicher an Kobaltsalz werden.

Zur Darstellung dieses Salzes löste ich Joachimsthaler Würfelnickel, das reinste Metall des Handels, in verdünnter Schwefelsäure, zu der ich von Zeit zu Zeit etwas Salpetersäure setzte. Ich erhielt so eine von Kieselerde etwas trübe Lösung, zu der ich nur so viel schwefelsaures Kali zufügte, daß ein Theil des Nickelsulphates als solches in der Lösung verblieb, und beim Eindampfen neben dem Doppelsalze auskrystallisirte. Nach dem Abgießen der Lauge wurde die aus beiden Salzen, dem Doppelsalze und dem Nickelsulphat, bestehende Krystallmasse mit etwas Wasser übergossen, wodurch sich Alles, mit Ausnahme des Doppelsalzes, löste. Blos die auf diese Weise gewaschenen Krystalle unterwarf ich der weiteren Reinigung, während alles Übrige, als für den vorliegenden Zweck zu unrein, in anderer Weise verwendet wurde.

Diese erste Krystallisation nun löste ich wieder auf, filtrirte, dampfte und ließ nochmals krystallisiren; die Lösung war jetzt ganz klar, nachdem sich etwas Eisen als brauner Absatz auf dem Boden der Schale niedergeschlagen hatte. Das Product der zweiten Krystallisation war schon sehr rein; es wurde jedoch noch zweimal umkrystallisirt; jedesmal aber nur der erste Anschuß von Krystallen gesammelt. Nach dieser etwas umständlichen Behandlung erhielt ich zuletzt Krystalle von bis 1/4 Zoll Größe, von schön lichtgrüner Farbe, mit einem eigenthümlichen Stiche ins Bläuliche.

Bei der Prüfung auf ihre Reinheit zeigte sich von anderen Körpern nichts als eine sehr geringe Spur von Kobalt, die trotz aller Bemühungen dem Salze noch anhaftete; sie war jedoch quantitativ nicht bestimmbar. Rhotankalium zeigte keine Spur von Eisen an, eben so war von Kupfer, das nach Pahena [1]) im Joachimsthaler Nickel fehlt, keine Spur aufzufinden. Die Krystalle wurden sodann anhaltend bei 100° C. im Luftbad getrocknet, und veränderten sich bei der Aufbewahrung nicht im mindesten.

Die Fällung der Schwefelsäure nahm ich mit Chlorbaryum vor, und wusch hierauf den Niederschlag von schwefelsaurem Baryt mit allen nöthigen Vorsichtsmaßregeln aus, so lange, als noch Silberlösung und verdünnte Schwefelsäure eine Reaction ergaben. Die

---

[1]) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 67. S. 23.

Niederschläge wurden stets auf Filtern gleicher Größe, für welche die Aschenbestimmung sorgfältigst vorgenommen worden war, abfiltrirt. Auf solche Weise ausgeführte Versuche ergaben folgendes Resultat:

	Angewandte Substanz	Berechnet	Gefunden	Darin enthalten SO_3	Äquivalent	Differenz von 29
		BaO, SO_3				
1.	0·9798	1·0462	1·0459	0·3591	29·060	+ 0·060
2.	1·0537	1·1251	1·1249	0·3865	29·079	+ 0·079
3.	1·0802	1·1535	1·1540	0·3962	28·911	– 0·089
4.	1·1865	1·2669	1·2670	0·4350	29·002	+ 0·002
5.	3·2100	3·4277	3·4278	1·1769	28·995	— 0·005
6.	3·2124	3·4303	3·4299	1·1776	29·031	+ 0·031

Um aus der Menge des gefundenen schwefelsauren Baryts das Äquivalent des Nickels zu berechnen, hat man zuerst das Nickeloxydul zu berechnen, das in der angewandten Menge Salz enthalten ist. Man findet dieses

$$NiO = A - \frac{47 \cdot 2B}{80} - B - \frac{54B}{80} = A - 2 \cdot 265B \qquad (1)$$

in welcher Gleichung A die angewandte Menge Salz, B die im gewogenen schwefelsauren Baryt enthaltene Menge Schwefelsäure bedeutet. Das Äquivalent des Nickels findet man sodann aus der Gleichung

$$x = \frac{40p - 8p_1}{p}, \qquad (2)$$

in welcher p die Hälfte der gefundenen Schwefelsäure, p_1 die aus Formel (1) berechnete Menge Nickeloxydul bedeutet. Das Mittel aus diesen sechs Versuchen ist 29·013, wofür zweifelsohne die Zahl 29 zu setzen ist, welche Zahl ebenfalls schon von R. Schneider gefunden worden ist.

Wie sich leicht zeigen läßt, kann die Spur Kobaltoxydul, die dem Salze beigemengt gewesen ist, keinen Einfluß auf das Endresultat haben; denn selbst angenommen, es wäre 0·1 Pct. Kobaltoxydul dem Nickeloxydul beigemengt gewesen, was aber durchaus nicht der Fall war, denn salpetrigsaures Kali zeigte eben nur eine Spur an, so

würde z. B. im Versuch 5 das Äquivalent gefunden worden sein zu 28·965, die Differenz, die sich aus Vergleichung dieser Zahl und der wirklich gefundenen gleich 29·995 ergibt, beträgt 0·030, ist somit keinesfalls größer als die Differenzen, die durch den Versuch selbst bedingt wurden. Wie schon bemerkt, war die Verunreinigung keine so bedeutende, und es ist deßhalb ihr Einfluß ein völlig verschwindender gewesen.

Ich würde mich nach meinen Versuchen allein nicht für berechtigt gehalten haben, die Zahlen 29 und 30 als die Äquivalente von Nickel und Kobalt anzusprechen, hätten sich diese Zahlen nicht bereits auf einem andern, von dem von mir eingeschlagenen ganz abweichenden Wege ergeben. Da R. Schneider aber durch die Analyse ganz anderer Verbindungen, als meinen Versuchen zu Grunde lagen, genau zu denselben Resultaten gelangte, wie ich, so dürfte allerdings diese völlige Übereinstimmung der gefundenen Zahlen eine wichtige Stütze für die Ansicht sein, daß die Äquivalente von Nickel und Kobalt verschieden sind und um eine ganze Einheit von einander abweichen.

Die eingangs dieser Zeilen erwähnte Identität der Äquivalente anderer Paare von Elementen dürfte dann auch sehr in Frage gestellt sein.

Schließlich erübrigt mir die angenehme Pflicht, dem Vorstande des chemischen Laboratoriums der k. k. geologischen Reichsanstalt, woselbst ich diese Versuche anstellte, Herrn Karl v. Hauer, für die vielfache Unterstützung, die er mir bei meinen Arbeiten angedeihen ließ, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

XVI. SITZUNG VOM 21. JUNI 1866.

Herr Professor F. Unger im Vorsitze.

Die Geschäftsführer der 41. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte theilen mit, daß die für den nächsten September anberaumt gewesene Versammlung nicht stattfinden wird.

Herr Hermann Anton übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Die Grenzebene. Ein Beitrag zur Linearperspective“.

Herr Prof. Dr. E. Brücke legt zwei Abhandlungen vor und zwar: *a)* „Untersuchungen über Entwicklung des Geschmacksorgans und seiner nächsten Umgebung im Embryo bei Batrachiern“, von Herrn Med. Cand. Aurel Török; *b)* „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Auges der Batrachier“, von Herrn A. Barkau.

Die betreffenden Untersuchungen wurden im physiologischen Laboratorium der Wiener Universität ausgeführt.

Herr Prof. Dr. J. Stefan übergibt eine Abhandlung: „Über ein neues von de Saint-Vénant ausgesprochenes Theorem der Mechanik“, von Herrn Prof. F. Lippich in Graz.

Herr Dr. G. C. Laube überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Die Gastropoden des braunen Jura von Balin. Mit Berücksichtigung ihrer geognostischen Verbreitung in Frankreich, England, Schwaben und in anderen Ländern“.

Herr Dr. S. Stricker legt eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniß des Hühnereies“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 12. Wien, 1866; 8°.

Baird, Spencer F., The Distribution and Migrations of North American Birds. (From the American Journ. of Sc. & A., Vol. XLI); 8°.

Bauzeitung, Allgemeine. XXXI. Jahrgang. I. Heft. Nebst Atlas. Wien, 1866; 4° & Folio.

Bavaria. Landes- und Volkskunde des Königreichs Bayern. IV. Bd. I. Abthlg. (Mit 2 Karten.) München, 1866; 8° & Folio.

Bizio, Giovanni, Il Glicogeno negli animali invertebrati. (Estr. dal Vol. XI degli Atti dell' Istit. Veneto.) 8°.

Bureau de la recherche géologique de la Suède: Carte géologique de la Suède, 14e—18e livraisons accompagnées de renseignements. Folio & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXII. Nr. 22—23. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 3e Volume, 24e Livraison. Paris, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg., Nr. 25. Wien, 1866; 8°.

Istituto, I. R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tome XI, Serie IIIa. Disp. 6a. Venezia, 1863—66; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 18. Wien, 1866; 4°.

Mayr, Gust. L., Diagnosen neuer Hemipteren. (Verhdlgn. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. 1866.) 8°.

Moniteur scientifique. 227e—228e Livraisons. Tome VIIIe, Année 1866. Paris; 4°.

Reader. Nr. 181, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Reichsforstverein, österr.: Monatsschrift. XVI. Band. Jahrgang 1866. April- und Mai-Heft. Wien; 8°.

Societas entomologica Rossica: Horae. T. IV, Nr. 1. Petropoli, 1866; 4°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 48—49. Wien, 1866; 4°.

Über ein neues von de Saint-Vénant ausgesprochenes Theorem der Mechanik.

Von **F. Lippich,**
Professor der Mechanik am I. Joanneum zu Graz.

I.

In den Comptes rendus der Pariser Akademie vom 10. April 1865 [1]) hat Herr de Saint-Vénant folgendes, auf die lebendige Kraft der elastischen Schwingungen bezügliche Theorem ausgesprochen:

„In jedem Augenblicke ist die lebendige Kraft eines elastischen Körpers, die den resultirenden Geschwindigkeiten einer zusammengesetzten schwingenden Bewegung entspricht, gleich der Summe der lebendigen Kräfte, die den einzelnen einfachen Schwingungsbewegungen von verschiedenen Perioden entsprechen, welche in jedem Punkte sich zu der resultirenden Bewegung zusammensetzen.“

Nennt man also Ω die Geschwindigkeit irgend eines Massentheilchens m zur Zeit t, $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ldots$ die Geschwindigkeiten, die den einzelnen einfachen Schwingungen in m zur Zeit t entsprechen würden, so ist, wenn Σ eine Summation über sämmtliche Massentheile des Körpers ausdrückt, nach obigem Theorem:

$$(1) \qquad \tfrac{1}{2}\Sigma m\Omega^2 = \tfrac{1}{2}\Sigma m\omega_1^2 + \tfrac{1}{2}\Sigma m\omega_2^2 + \tfrac{1}{2}\Sigma m\omega_3^2 + \ldots\ldots$$

Es scheint jedoch, daß Herr de Saint-Vénant keinen allgemeinen Beweis für diesen Satz gegeben hat, vielmehr seine Giltigkeit aus dem Umstande folgerte, daß er sich in vielen speciellen Fällen bewahrheitet habe, denn in dem citirten Aufsatze heißt es:

„— j'ai reconnu sur tous les exemples auxquels j'ai pu l'appliquer, ce théorème:“ — (folgt das eben ausgesprochene Theorem).

---

[1]) Théorème nouveau de Mécanique, relatif aux forces vives vibratoires.

Somit bliebe die Frage offen, ob in allen Fällen, in denen ein elastisches System in Folge seiner Natur, der auf dasselbe wirkenden Kräfte und der ihm auferlegten Grenzbedingungen einen periodischen Schwingungszustand annehmen kann, auch das de Saint-Vénant'sche Princip Geltung hat.

Wenn nun auch die Beantwortung dieser Frage mit Schwierigkeiten verbunden zu sein scheint, so ist es doch möglich, wenigstens für einen sehr allgemeinen Fall, der wohl alle Fälle, die sich in Wirklichkeit bei Problemen über Bewegung elastischer Körper ereignen können, in sich schließt, die Untersuchung zu führen.

Da im Folgenden die allgemeinen Gleichungen für die unendlich kleinen Bewegungen elastischer Körper in Anwendung kommen, mag erinnert werden, daß ihnen zwei Annahmen zu Grunde liegen.

a) Die inneren Kräfte sind gerichtet in der Verbindungslinie zweier Massenpunkte und blos Functionen der Distanz derselben. Hiedurch reduciren sich in den Gleichungen, welche die Spannungen durch die Verschiebungen ausdrücken, die 36 Coëfficienten auf 21.

b) Der Radius der Wirkungssphäre ist sehr klein bezüglich der Dimension, innerhalb welcher Spannungen und Verschiebungen als unveränderlich angesehen werden können. Durch diese Voraussetzung treten die auf die Oberfläche wirkenden Kräfte in die bekannten Beziehungen mit den an derselben auftretenden inneren Spannungen.

Bezüglich der äußeren Kräfte, unter deren Einfluß der elastische Körper betrachtet werden mag, kann von diesen ganz abgesehen werden, wenn sie nur Functionen der Coordinaten der Ruhelage ihres Angriffspunktes und der Zeit sind. In der That lassen sich in diesem Falle die Verschiebungen immer darstellen als die Summe von zwei Verschiebungen, von denen die eine blos durch diese äußeren Kräfte bedingt ist, die zweite aber so erfolgt, als ob gar keine äußeren Kräfte vorhanden wären [1]. Auf diese letzteren soll sich die folgende Untersuchung beschränken. Sie soll ferner nur den Fall noch in sich schließen, wo blos auf die Oberfläche Kräfte anderer Natur als die eben genannten, wirksam sind.

Im Übrigen soll über die Art anderer Grenzbedingungen sowohl als auch bezüglich der Beschaffenheit des elastischen Systemes keine weitere Beschränkung festgesetzt werden.

---

[1] Vergl. Lorenz sur les corps à élasticité constant. Crelle Journal, Bd. 58.

Unter solchen Voraussetzungen findet man:

1. Gleichgiltig ob man es nur mit einem elastischen Körper oder mit der Vereinigung beliebig vieler, von verschiedener Natur zu thun hat, die Giltigkeit des de Saint-Vénant'schen Theorems hängt nur ab von den Bedingungen an den Grenzen des Systems.

2. Dieses Theorem hat immer Giltigkeit, wenn nur die auf die freie Oberfläche etwa wirkenden Kräfte gewisse lineare Functionen der Verschiebungen ihrer Angriffspunkte sind, bei beliebigen anderen Grenzbedingungen.

Nach dem früher Gesagten ist aber nicht zu vergessen, daß sich in Fällen, in denen constante oder solche Kräfte auf das System wirken, die entweder Functionen der Coordinaten ihrer Angriffspunkte oder auch noch zugleich Functionen der Zeit sind, das Theorem nur bezüglich der lebendigen Kraft derjenigen Verschiebungen angewendet werden darf, die man aus den reducirten Gleichungen für die Bewegung elastischer Körper erhält, nachdem also diese eben genannten Kräfte durch die von ihnen bewirkten Verschiebungen eliminirt wurden.

II.

Indem nun der Ausdruck für die lebendige Kraft eines elastischen Systems entwickelt werden soll, denke man sich zunächst zwei elastische homogene Körper K' und K'' längs einer Fläche F fest mit einander verbunden, während an der freien Oberfläche O gewissse Bedingungen erfüllt werden sollen. Im Übrigen mögen U, V, W die rechtwinkligen Componenten der totalen Geschwindigkeit im Punkte m zur Zeit t sein, so daß

$$\Omega^2 = U^2 + V^2 + W^2;$$

u_n, v_n, w_n die Componenten der Geschwindigkeit ω_n, welche der einfachen Schwingung von der Dauer $\frac{2\pi}{\varkappa_n}$ entspricht, so daß $\omega_n^2 = u_n^2 + v_n^2 + w_n^2$, und

$$U = Su, \quad V = Sv, \quad W = Sw,$$

wobei das Zeichen S eine Summation bezüglich aller Werthe von $\varkappa$, deren Anzahl μ sei, bedeuten soll.

Ferner seien ξ, η, ζ die Projectionen der Verschiebung des Theilchens m nach den drei Coordinatenaxen zur Zeit t. In Folge des periodischen Schwingungszustandes ist dann:

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \xi &= a_1 \cos \varkappa_1 t + a_2 \cos \varkappa_2 t + a_3 \cos \varkappa_3 t + \ldots \\ &+ \alpha_1 \sin \varkappa_1 t + \alpha_2 \sin \varkappa_2 t + \alpha_3 \sin \varkappa_3 t + \ldots \\ \eta &= b_1 \cos \varkappa_1 t + b_2 \cos \varkappa_2 t + b_3 \cos \varkappa_3 t + \ldots \\ &+ \beta_1 \sin \varkappa_1 t + \beta_2 \sin \varkappa_2 t + \beta_3 \sin \varkappa_3 t + \ldots \\ \zeta &= c_1 \cos \varkappa_1 t + c_2 \cos \varkappa_2 t + c_3 \cos \varkappa_3 t + \ldots \\ &+ \gamma_1 \sin \varkappa_1 t + \gamma_2 \sin \varkappa_2 t + \gamma_3 \sin \varkappa_3 t + \ldots \end{aligned} \right.$$

wo die a, b, c, α, β, γ nur Functionen der Coordinaten von m sind.

Wenn eine Unterscheidung zwischen den beiden Körpern K' und K'' nöthig wird, sollen sämmtliche hierauf bezügliche Buchstaben mit entsprechenden Accenten versehen werden.

Man hat nun:

$$\begin{aligned} \Sigma m \Omega^2 &= \Sigma m U^2 + \Sigma m V^2 + \Sigma m W^2 \\ &= \Sigma m S (u_n^2 + v_n^2 + w_n^2) + 2 \Sigma m S (u_n u_m + v_n v_m + w_n w_m) \\ &= S \Sigma m w_n^2 + 2 S \Sigma m (u_n u_m + v_n v_m + w_n w_m), \end{aligned}$$

und es wird sich darum handeln, die Bedingung für das Verschwinden des zweiten Gliedes im rechten Theile aufzufinden.

Bemerkt man, daß

$$\begin{aligned} u_n &= - \varkappa_n (a_n \sin \varkappa_n t - \alpha_n \cos \varkappa_n t), \\ v_n &= - \varkappa_n (b_n \sin \varkappa_n t - \beta_n \cos \varkappa_n t), \\ w_n &= - \varkappa_n (c_n \sin \varkappa_n t - \gamma_n \cos \varkappa_n t) \end{aligned}$$

ist, so wird dieses zweite Glied im rechten Theile:

$$\begin{aligned} S \varkappa_n \varkappa_m \{ & \sin \varkappa_n t \sin \varkappa_m t \, \Sigma m (a_n a_m + b_n b_m + c_n c_m) \\ & + \sin \varkappa_n t \cos \varkappa_m t \, \Sigma m (a_n \alpha_m + \beta_n \beta_m + \gamma_n \gamma_m) - \\ & - \cos \varkappa_n t \cos \varkappa_m t \, \Sigma m (\alpha_n \alpha_m + b_n \beta_m + c_n \gamma_m) \\ & - \cos \varkappa_n t \sin \varkappa_m t \, \Sigma m (\alpha_n a_m + \beta_n b_m + \gamma_n c_m) \}. \end{aligned}$$

Soll diese Summe S verschwinden, so ist dies, da sie für jeden Werth von t Null sein soll, nur möglich, wenn jede einzelne der

Summen Σ verschwindet. In der That, die Zahl der in S vorkommenden Glieder ist $2\mu(\mu-1)$. Setzt man eben so viele verschiedene Werthe von t in die obige Summe, während der rechte Theil Null ist, so erhält man ein System von Gleichungen, aus denen sich die Summen Σ bestimmen lassen; da aber die Werthe von t immer so gewählt werden können, daß die Determinante dieses Systems nicht Null werde, so wird demselben nur genügt, wenn jede der Summen Σ für sich verschwindet. Betrachtet man eine von diesen Summen, geht auf die Integrale über und bezeichnet das der ersten Summe entsprechende Integral mit J_1, die Masse der Volumseinheit mit ρ, so wird

$$J_1 = \rho' J' + \rho'' J'', \tag{3}$$

wenn man macht:

$$\left.\begin{aligned} J' &= \iiint (a'_n a'_m + b'_n b'_m + c'_n c'_m)\, dx dy dz, \\ J'' &= \iiint (a''_n a''_m + b''_n b''_m + c''_n c''_m)\, dx dy dz. \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

Um die Bedingung für das Verschwinden von J_1 zu erhalten, sollen diese Integrale, deren allgemeiner Ausdruck mit J bezeichnet werden mag, noch weiter transformirt werden [1]).

Bedeuten nach dem Vorgange Lamé's N und T die Normal- und Tangentialspannungen in den Seitenflächen eines Elementar-Parallelepipedums, so heißen die reducirten Bewegungsgleichungen:

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} &= \frac{\partial N_1}{\partial x} + \frac{\partial T_3}{\partial y} + \frac{\partial T_2}{\partial z}, \\ \rho \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} &= \frac{\partial T_3}{\partial x} + \frac{\partial N_2}{\partial y} + \frac{\partial T_1}{\partial z}, \\ \rho \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} &= \frac{\partial T_2}{\partial x} + \frac{\partial T_1}{\partial y} + \frac{\partial N_3}{\partial z}, \end{aligned} \tag{5}$$

während die Spannungen durch die Verschiebungen in folgender Weise ausgedrückt werden:

---

1) Vergl. Clebsch, Theorie der Elasticität fester Körper.

$$
(6)\quad
\begin{aligned}
N_i &= A_{i1}\frac{\partial\xi}{\partial x} + A_{i2}\frac{\partial\eta}{\partial y} + A_{i3}\frac{\partial\zeta}{\partial z} + B_{i1}\left(\frac{\partial\eta}{\partial z} + \frac{\partial\zeta}{\partial y}\right) \\
&\quad + B_{i2}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x} + \frac{\partial\xi}{\partial z}\right) + B_{i3}\left(\frac{\partial\xi}{\partial y} + \frac{\partial\eta}{\partial x}\right), \\
T_i &= B'_{i1}\frac{\partial\xi}{\partial x} + B'_{i2}\frac{\partial\eta}{\partial y} + B'_{i3}\frac{\partial\zeta}{\partial z} + C_{i1}\left(\frac{\partial\eta}{\partial z} + \frac{\partial\zeta}{\partial y}\right) \\
&\quad + C_{i2}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x} + \frac{\partial\xi}{\partial z}\right) + C_{i3}\left(\frac{\partial\xi}{\partial y} + \frac{\partial\eta}{\partial x}\right).
\end{aligned}
$$

In diesen Formeln sind dem i die Werthe 1, 2, 3 beizulegen und bestehen zwischen den Coëfficienten die Beziehungen:

$$A_{ii'} = A_{i'i},\; B_{ii'} = B'_{i'i'},\; C_{ii'} = C_{i'i}.$$

Setzt man in (6) die Werthe aus (2), so werden die N und T aus Gliedern von der Form

$$N_i^{(n)}\cos \varkappa_n t,\quad N_i^{(n)'}\sin \varkappa_n t;\quad T_i^{(n)}\cos \varkappa_n t,\quad T_i^{(n)'}\sin \varkappa_n t$$

bestehen, so viele der Zahl nach als Glieder in (2) vorkommen. Die $N_i^{(n)}$ und $T_i^{(n)}$ werden aus N_i und T_i erhalten, indem man hierin ξ, η, ζ durch a_n, b_n, c_n und die $N_i^{(n)'}, T_i^{(n)'}$, indem man sie durch $\alpha_n, \beta_n, \gamma_n$ ersetzt. Indem man dies bemerkend in (5) aus (2) und (6) substituirt, und bemerkt, daß die so erhaltenen Gleichungen für jeden Werth von t gelten müssen, zerfallen sie sofort in eben so viele einzelne Systeme von folgender Form als Glieder in (2) vorkommen:

$$
\begin{aligned}
-\rho\varkappa_n^2 a_n &= \frac{\partial N_1^{(n)}}{\partial x} + \frac{\partial T_3^{(n)}}{\partial y} + \frac{\partial T_2^{(n)}}{\partial z}, \\
-\rho\varkappa_n^2 b_n &= \frac{\partial T_3^{(n)}}{\partial x} + \frac{\partial N_2^{(n)}}{\partial y} + \frac{\partial T_1^{(n)}}{\partial z}, \\
-\rho\varkappa_n^2 c_n &= \frac{\partial T_2^{(n)}}{\partial x} + \frac{\partial T_1^{(n)}}{\partial y} + \frac{\partial N_3^{(n)}}{\partial z}.
\end{aligned}
$$

Die hieraus folgenden Werthe von a_n, b_n, c_n in J [Gl. (4)] gesetzt, erhält man für $-\rho\varkappa_n^2 J$ ein dreifaches Integral, dessen respective Glieder der Reihe nach partiell nach x, y, z integrirt werden sollen.

Man erhält sodann, indem man die Winkel der im Oberflächenelement *do* nach außen gezogenen Normalen mit λ, μ, ν bezeichnet:

$$-\rho\varkappa_n^2 J - - \iiint \left\{ \begin{array}{l} N_1^{(n)} \frac{da_m}{\partial x} + T_1^{(n)}\left(\frac{\partial b_m}{\partial z} + \frac{\partial c_m}{\partial y}\right) \\ + N_2^{(n)} \frac{\partial b_m}{\partial y} + T_2^{(n)}\left(\frac{\partial c_m}{\partial z} + \frac{\partial a_m}{\partial z}\right) \\ + N_3^{(n)} \frac{\partial c_m}{\partial z} + T_3^{(n)}\left(\frac{\partial a_m}{\partial y} + \frac{\partial b_m}{\partial x}\right) \end{array} \right\} dxdydz$$

$$+ \int \left\{ \begin{array}{l} (N_1^{(n)} \cos\lambda + T_3^{(n)} \cos\mu + T_2^{(n)} \cos\nu)\, a_m \\ + (T_3^{(n)} \cos\lambda + N_2^{(n)} \cos\mu + T_1^{(n)} \cos\nu)\, b_m \\ + (T_2^{(n)} \cos\lambda + T_1^{(n)} \cos\mu + N_3^{(n)} \cos\nu)\, c_m \end{array} \right\} do.$$

Wird Kürze halber das erste dreifache Integral durch $V_m^{(n)}$ das Oberflächenintegral durch $O_m^{(n)}$ ausgedrückt, so folgt nach Gleichungen (3), (4) weiter:

$$-\varkappa_n^2 J_1 = -\left(V_m^{(n)\prime} + V_m^{(n)\prime\prime}\right) + O_m^{(n)\prime} + O_m^{(n)\prime\prime}. \qquad (7)$$

Hätte man in (4) a_m, b_m, c_m durch die Spannungen ersetzt, so würde man auf demselben Wege erhalten haben:

$$-\varkappa_m^2 J_1 = -\left(V_n^{(m)\prime} + V_n^{(m)\prime\prime}\right) + O_n^{(m)\prime} + O_m^{(n)\prime\prime}, \qquad (8)$$

und man bemerkt, daß in Folge der Gleichungen (6) und der Beziehungen zwischen den darin auftretenden Constanten, die V durch folgende Gleichungen mit einander verbunden sind:

$$V_m^{(n)\prime} = V_n^{(m)\prime}; \; V_m^{(n)\prime\prime} = V_n^{(m)\prime\prime}. \qquad (9)$$

III.

Die Summe der beiden Oberflächenintegrale $O_m^{(n)\prime} + O_m^{(n)\prime\prime}$, die über die Oberflächen der beiden Körper K' und K'' auszudehnen sind, läßt sich zurückführen auf ein Integral, welches sich blos über die freie Oberfläche O beider Körper erstreckt, indem die Glieder in $O_m^{(n)\prime}$ und $O_m^{(n)\prime\prime}$, die sich auf ein Element der Fläche F beziehen, die Summe Null geben.

Sollen nämlich die beiden Körper längs F fest mit einander verbunden sein, so müssen bezüglich der im Element do dieser Fläche stattfindenden Verschiebungen die Relationen bestehen:

$$\xi' = \xi'', \quad \eta' = \eta'', \quad \zeta' = \zeta'',$$

die sich in Folge der Werthe in (2) auflösen in:

$$(10) \quad a'_n = a''_n, \quad b'_n = b''_n, \quad c'_n = c''_n, \quad \alpha'_n = \alpha''_n, \quad \beta'_n = \beta''_n, \quad \gamma'_n = \gamma''_n,$$

und in denen dem n die in (2) vorkommenden Werthe beizulegen sind.

Hiezu treten aber noch weitere Bedingungen bezüglich der Spannungen in do. Denn hält man den im Art. I, b angegebenen Grundsatz fest, so kann man sich an der Trennungsfläche immer ein Prisma denken, dessen Höhe normal gegen do, gleich dem Durchmesser der Wirkungssphäre, also unendlich klein ist gegen die Dimension der Endflächen, wenn man dieselben so wählt, daß in ihrer ganzen Ausdehnung Verschiebungen und Spannungen constant bleiben. Ist T' die von K'' auf das zu K' gehörige Oberflächenelement ausgeübte Spannung, p', q', r' die Winkel der Richtungen von T' mit den Coordinatenaxen, eben so T'', p'', q'', r'' dieselben Größen für die Wirkungen K' auf K'', so müssen für dieses Prisma, da die auf das Innere wirkenden Kräfte unendlich kleine Größen höherer Ordnung sein werden, die Gleichungen:

$$(11) \quad \begin{aligned} T' \cos p' &= T'' \cos p'' \\ T' \cos q' &= T'' \cos q'' \\ T' \cos r' &= T'' \cos r'' \end{aligned}$$

für jeden Werth von t erfüllt sein. Die Drehungsmomente kommen offenbar in Folge der Unveränderlichkeit der Spannungen in do nicht weiter in Betracht.

Diese Gleichungen führen weiter, wenn man die bekannten Beziehungen beachtet:

$$\begin{aligned} T' \cos p' &= N'_1 \cos \lambda + T'_3 \cos \mu + T'_2 \cos \nu, \\ T' \cos q' &= T'_3 \cos \lambda + N'_2 \cos \mu + T'_1 \cos \nu, \\ T' \cos r' &= T'_2 \cos \lambda + T'_1 \cos \mu + N'_3 \cos \nu, \end{aligned}$$

$$T''\cos p'' = -(N_1''\cos\lambda + T_3''\cos\mu + T_2''\cos\nu),$$
$$T''\cos q'' = -(T_3''\cos\lambda + N_2''\cos\mu + T_1''\cos\nu),$$
$$T''\cos r'' = -(T_2''\cos\lambda + T_1''\cos\mu + N_3''\cos\nu),$$

und für N_i und T_i die aus (6) gefolgerte Form substituirt, zu folgenden Systemen:

$$\left.\begin{aligned}
&N_1^{(n)\prime}\cos\lambda + T_3^{(n)\prime}\cos\mu + T_2^{(n)\prime}\cos\nu = \\
&\quad = -(N_1^{(n)\prime\prime}\cos\lambda + T_3^{(n)\prime\prime}\cos\mu + T_2^{(n)\prime\prime}\cos\nu),\\
&T_3^{(n)\prime}\cos\lambda + N_2^{(n)\prime}\cos\mu + T_1^{(n)\prime}\cos\nu = \\
&\quad = -(T_3^{(n)\prime\prime}\cos\lambda + N_2^{(n)\prime\prime}\cos\mu + T_1^{(n)\prime\prime}\cos\nu),\\
&T_2^{(n)\prime}\cos\lambda + T_1^{(n)\prime}\cos\mu + N_3^{(n)\prime}\cos\nu = \\
&\quad = -(N_2^{(n)\prime\prime}\cos\lambda + T_1^{(n)\prime\prime}\cos\mu + N_3^{(n)\prime\prime}\cos\nu);
\end{aligned}\right\} \quad (12)$$

deren Anzahl wieder gleich der in (2) vorkommenden Gliederzahl ist. Indem man diese Relationen (12) zugleich mit (10) in die Ausdrücke für $O_m^{(n)\prime}$, $O_m^{(n)\prime\prime}$ einsetzt, so findet man die Eingangs aufgestellte Behauptung erwiesen. Nennt man $O_m^{(n)}$ und $O_n^{(m)}$ die blos über die freie Oberfläche erstreckten Integrale, so daß

$$O_m^{(n)\prime} + O_m^{(n)\prime\prime} = O_m^{(n)},\quad O_n^{(m)\prime} + O_n^{(m)\prime\prime} = O_n^{(m)}$$

ist, so wird

$$\left.\begin{aligned}
-\varkappa_n^2 J_1 &= -V_m^{(n)\prime} - V_m^{(n)\prime\prime} + O_m^{(n)},\\
-\varkappa_m^2 J_1 &= -V_n^{(m)\prime} - V_n^{(m)\prime\prime} + O_n^{(m)}.
\end{aligned}\right\} \quad (13)$$

Hierin mögen noch die Integrale O in folgender abgekürzten Form geschrieben werden:

$$O_m^{(n)} = \int (L^{(n)} a_m + M^{(n)} b_m + N^{(n)} c_m)\, do$$
$$O_n^{(m)} = \int (L^{(m)} a_n + M^{(m)} b_n + N^{(m)} c_n)\, do,$$

wodurch die Bedeutung der L, M, N sofort klar ist.

IV.

Um endlich die Bedingung für das Verschwinden von J_1 und hiedurch die für das Bestehen des de Saint Vénant'schen Principes

zu erhalten, bilde man unter Berücksichtigung der Gleichungen (9) die Differenz der Ausdrücke (13) und erhält so

$$-\left(x_m^2 - x_n^2\right) J_1 = O_n^{(m)} - O_m^{(n)}.$$

Da x_m und x_n zwei verschiedene Zahlen sind, so kann J_1 nur Null sein, wenn man hat:

$$O_n^{(m)} - O_m^{(n)} = 0. \tag{14}$$

Das Verschwinden von J_1 ist demnach nur abhängig von den Oberflächenintegralen, keineswegs aber von der Natur der Körper K' und K''. Die Schlüsse wären auch genau dieselben geblieben, wären nicht zwei sondern beliebig viele Körper von verschiedener Beschaffenheit mit einander verbunden vorausgesetzt worden. Unter diesen können sich auch starre Massen, oder besser gesagt, solche Körper befinden, die bezüglich der weiteren Fragen eines gegebenen Problems als starr betrachtet werden dürfen; denn man hat in diesem Falle nur die gegenseitigen Verschiebungen als verschwindend klein zu betrachten, was Nichts in den vorhergehenden Betrachtungen wesentlich ändern würde. Kurz die Gleichung (14) bleibt dieselbe, wie complicirt auch immer das elastische System aus einzelnen Theilen zusammengesetzt sein mag. Hiemit ist aber die Behauptung unter 1. Art. I. erwiesen.

Untersucht man weiter den Einfluß der verschiedenen Grenzbedingungen auf Gleichung (14) und beschränkt sich zunächst auf solche, die nicht von auf O wirkenden Kräften abhängen, so findet man, daß für alle Partien der Oberfläche, für welche die Bedingungen:

$$\xi = 0, \quad \eta = 0, \quad \zeta = 0$$

gelten, die $O_n^{(m)}$ verschwinden. Es kann also der Körper an beliebigen Punkten der Oberfläche so festgehalten sein, daß noch immer Drehungen um Axen, die durch diese Punkte gehen, möglich sind (wie z. B. bei einem Stabe, dessen Ende an eine feste Widerlage sich stemmt). Bemerkt man noch, daß ja nach dem Früheren beliebige starre Massen mit dem Körper verbunden sein können, so sieht man, daß überhaupt Drehungen um beliebige Axen zulässig sind. Hiemit sind aber offenbar alle derartigen Grenzbedingungen erschöpft.

Übrigens kann man viele dieser Bedingungen auch dadurch realisirt denken, daß man eine unendliche starre Masse mit dem Körper an der betreffenden Stelle fest verbunden denkt.

Für diejenigen Stellen der Oberfläche, an denen keine, oder genauer gesprochen doch nur solche Kräfte wirken, die Functionen der Coordinaten der Ruhelage ihrer Angriffspunkte und der Zeit sind, verschwinden ebenfalls die $O_n^{(m)}$, wenn man nöthigen Falls die Elimination dieser Kräfte vorgenommen, und das Princip nur auf die aus den reducirten Gleichungen sich ergebenden Verschiebungen anwendet; denn dann sind die N_i, T_i, und somit auch $N_i^{(n)}$ und $T_i^{(n)}$ Null zu setzen.

Sind aber Kräfte anderer Natur als die eben genannten, auf die Oberfläche wirksam, daher die $N_i^{(n)}$ und $T_i^{(n)}$ nothwendig von Null verschieden, so erfordert das Bestehen der Gleichung (14), daß die Integrale $O_m^{(n)}$ symmetrische Functionen von a_n, a_m, b_n, b_m, c_n, c_m seien, oder, weil dies für beliebig kleine Theile der Oberfläche stattfinden muß, daß $L^{(n)}a_m + M^{(n)}b_m + N^{(n)}c_m$ diese Eigenschaft besitzen müsse. Da nun $L^{(n)}$, $M^{(n)}$, $N^{(n)}$ ihrer Bedeutung nach nur von a_n, b_n, c_n abhängen können, so wird dieser Bedingung nur genügt, wenn man L, M, N durch folgende lineare Formen bestimmt:

$$\begin{aligned}
L^{(n)} &= A^{(n)}\, a_n + F^{(n)}\, b_n + E^{(n)}\, c_n,\\
M^{(n)} &= F^{(n)}\, a_n + B^{(n)}\, b_n + D^{(n)}\, c_n,\\
N^{(n)} &= E^{(n)}\, a_n + D^{(n)}\, b_n + C^{(n)}\, c_n.
\end{aligned}$$

Hierin sind $A^{(n)}$, $B^{(n)}$.... constante Größen, und die Indices sollen die Zusammengehörigkeit mit $a_n b_n c_n$ andeuten. Denkt man sich alle Ausdrücke für L, wie sie den verschiedenen a, b, c, α, β, γ entsprechen, gebildet, der Reihe nach mit $\cos xt$ respective mit $\sin xt$ multiplicirt und addirt, verfährt auf gleiche Weise mit M und N, so erhält man, die Beziehungen zwischen äußeren Kräften und inneren Spannungen beachtend:

$$\begin{aligned}
T\cos p &= A\xi + F\eta + E\zeta\\
T\cos q &= F\xi + B\eta + D\zeta\\
T\cos r &= E\xi + D\eta + C\zeta,
\end{aligned}$$

wenn man abkürzend setzt:

$$A = SA^{(n)}\ , B = SB^{(n)},\ C = SC^{(n)}\dots$$

Fälle, in denen die auf die Oberfläche wirkenden Kräfte von den Verschiebungen daselbst abhängen, können eintreten, wenn der Körper gegen elastische Körper gepreßt wird und die Wirkung dieser so angesehen werden darf, als setzten sie einen der Verschiebung proportionalen Widerstand entgegen.

Durch diese Betrachtungen ist sofort der zweite Theil unserer Eingangs aufgestellten Behauptung (2. Art. I.) erwiesen und die Bedingungen für die Giltigkeit des de Saint-Vénant'schen Princips bekannt. Man kann nach dem Vorhergehenden wohl behaupten, daß in der Natur kein Fall, für welchen überhaupt ein periodischer Schwingungszustand möglich ist, vorkommen wird, auf welchen dieses Princip keine Anwendung findet, wenngleich sich Bedingungen ersinnen lassen, für welche diese Anwendbarkeit wenigstens nicht aus der vorliegenden Beweisführung geschlossen werden kann.

Über das Lösungsgesetz und das Sieden der Flüssigkeiten, und über Dampfexplosionen.

Von Prof. F. Pless.

Dufour hat in Pogg. Ann. Bd. CXXIV, S. 295 eine interessante Versuchsreihe über das Sieden des Wassers mitgetheilt. Indem er einen Apparat anwendete, welcher gestattet den Druck unter 760 Millim. beliebig abzuändern, fand er, daß das Wasser um 3, 5 bis 32° über den Siedepunkt sich erhitzen lasse, welcher dem jeweiligen Drucke entspricht. Er fand, daß dieser Siedeverzug um so leichter eintrete, und einer bestimmten Regel sich nähere, je mehr die Luft durch das Sieden entfernt wird, daß nach dieser Regel der in Thermometergraden ausgedrückte Siedeverzug mit zunehmendem Drucke stetig abnehme und daß er sofort verhindert werde, wenn man mittelst des galvanischen Stromes Gase im Wasser erzeugt oder lufthaltende Körper hineinbringt; daß also diese Körper nicht durch ihre Spitzen, sondern durch anhängende Luft einige Zeit das Sieden befördern. In dem Siedeverzuge erkennt Dufour die Ursache der Dampfexplosionen, und endlich modificirt er die übliche Definition des Siedepunktes, indem er sagt, daß der Siedepunkt des Wassers nicht bei 100°, sondern von 100° aufwärts liege.

Die Übereinstimmung dieser Versuche mit vielen der Beobachtungen, welche ich bei zahlreichen Destillationsversuchen zu machen Gelegenheit hatte, veranlassen mich diese Beobachtungen sammt den hieraus gezogenen Schlüssen zusammenzustellen; wiewohl dieselben eigentlich nur Vorarbeiten für eine genauere Versuchsreihe, an deren Ausführung ich verhindert wurde, gewesen sind. Aus dem letzteren Grunde bitte ich auch um Nachsicht wegen den vielen Lücken in gegenwärtiger Abhandlung [1]).

Ich beginne mit der Bemerkung, daß es dem Begriffe eines Naturgesetzes nicht entsprechen würde, zu sagen, daß der Siede-

[1]) Verfasser, früher Professor der Chemie in Lemberg, hat durch eine Explosion sein Augenlicht verloren. - Anmerkung d. Redaction.

verzug eine Eigenthümlichkeit des Wassers sei, und daß dieses ohne Luft gar nicht sieden könne. Es mag sein, daß noch Niemand völlig luftfreies Wasser sieden gesehen habe, weil wir bei all' unseren Versuchen uns der Luft nicht erwehren können, doch darf man hieraus und aus dem Umstande, daß mit dem Entfernen der Luft aus dem Wasser dessen Sieden erschwert wird, noch nicht den Schluß ziehen, daß völlig reines Wasser zum Sieden der Luft bedürfe. Wenn man Wasser in eine hinreichend feste Hülse einschließt und erhitzt, so kann es allerdings so lange flüssig bleiben, bis alle 650 Wärmeeinheiten, die es zur Dampfbildung braucht, vollständig und noch darüber angesammelt sind; allein dieses Wasser wird einen solchen Druck auf die Hülse ausüben, wie wenn sie mit gespanntem Dampfe von derselben Temperatur erfüllt wäre. Die Festigkeit der Hülse ist hier das Hinderniß der Dampfbildung, und in demselben Verhältniß, als wir dieses Hinderniß kleiner machen, tritt auch die Dampfbildung früher, also schon bei einer geringeren Wärmeansammlung ein. Setzen wir an die Stelle der Hülse den Dampfdruck, so zeigt sich, daß die Verzögerung des Siedens bei reinen Flüssigkeiten mit dem Dampfdrucke steigt und fällt. Der richtige Inductionsschluß muß demnach lauten: so oft reines Wasser nicht bei 100° siedet, sondern erst bei 101°, 102° etc., müssen im letzteren Falle größere Hindernisse vorhanden sein als im ersteren. Diese Hindernisse, welche dem Sieden der Flüssigkeit sich entgegenstellen, müssen erst der Qualität und Quantität nach bekannt sein, bevor wir über den Vorgang des Siedens eine richtige Vorstellung uns bilden, und die Mittel angeben können, um das Sieden nach Belieben zu erleichtern, oder zu verzögern, und um jene Explosionen zu verhüten, welche uns ebenso durch ihr räthselhaftes Auftreten, wie durch ihre gewaltigen Wirkungen in Erstaunen setzen.

I. Die Siedegleichung.

Der Zusammenhang der im Folgenden aufgeführten Größen ist nur schematisch, ohne die Natur der Functionen zu bezeichnen. Wenn man die Dämpfe, die sich bei gewöhnlicher Temperatur aus dem Wasser bilden, beständig entfernt, indem man entweder eine Luftpumpe anwendet, oder trockene Luft darüber streichen läßt, so findet die weitere Dampfbildung mit grosser Leichtigkeit statt. Noch mehr ist dies der Fall, wenn man heiße Luft darüber

leitet. Leitet man stark erhitzte Luft über eine Kochsalzlösung, so findet deren Abdampfung in so kurzer Zeit und mit so wenig Brennmateriale statt, wie dies beim siedenden Abdampfen nicht möglich ist. Mit Recht muß man sich wundern, daß die Industrie diese Methode der oberflächlichen Abdampfung noch nicht allgemein eingeführt hat.

Weit mehr Hindernisse stellen sich der Dampfbildung beim Sieden einer Flüßigkeit entgegen, wo sich die Dampfblasen aus dem Inneren derselben, und oft aus bedeutender Tiefe entwickeln müssen. Schon die beständige Bewegung der Flüssigkeit und ihr Siedegeräusch erfordert einen Mehraufwand von Wärme, der für die Dampfbildung natürlich verloren geht; und haben wir dabei den Gesammtaufwand von Wärme im Auge, so gesellt sich zu jenem Verluste noch die Wärmestrahlung des Gefäßes und die schlechte Wärmeleitung seiner Wände. Abgesehen von diesen Nebenverlusten hat die Wärme bei der siedenden Dampfbildung folgende Hindernisse zu überwinden.

Zunächst haben wir die Cohäsion der Flüssigkeit, die mit C bezeichnet werden soll, dieselbe kann durch den Einfluß aufgelöster Körper verstärkt oder geschwächt werden; nennen wir diesen Einfluß A, so haben wir $C \pm A$. Dazu kommt der Luft- und Dampfdruck D, die Oberflächenwirkung O und der Höhendruck H, welchen die Flüssigkeit auf sich selbst ausübt. Da diese drei Druckkräfte eine Zusammendrückung der Flüssigkeit, eine Annäherung ihrer Moleküle bewirken, so gehört ein neuer Kraftaufwand der Wärme dazu, um diese Cohäsionsvermehrung zu überwinden. Wie klein auch diese Zusammendrückung sein möge, so ist sie doch vorhanden und kann zur Erklärung ganz auffallender Erscheinungen benützt werden. Bezeichnen wir diese Grösse mit Z, und den nöthigen Wärmeverbrauch mit W, so haben wir

$$W = C \pm A + D + O + H + Z.$$

Sobald die einer verdampfbaren Flüssigkeit zugeleitete Wärme diesen Werth von W übertrifft, tritt das Sieden mit Nothwendigkeit ein. Die einzelnen Größen dieser Siedegleichung bedürfen indessen einer näheren Betrachtung.

2. Die Cohäsion.

Die ersten zwei Glieder der Gleichung $C \pm A$ drücken den Widerstand der Cohäsion aus, vermehrt oder vermindert durch den

Einfluß eines aufgelösten Körpers. Der Werth der Cohäsion ist bei Flüssigkeiten jedenfalls weit grösser als man anzunehmen gewohnt ist, dafür sprechen die Schnelligkeit der Tropfenbildung, die Oberflächenwirkung und besonders der Widerstand, welchen Platten mit dazwischen liegenden Flüssigkeitsschichten dem Auseinanderreißen entgegenstellen; dieser Widerstand ist nämlich viel grösser, als der hiebei mitwirkende Luftdruck. Man wird hierüber durch die leichte Verschiebbarkeit der flüssigen Theile getäuscht, so wie man auch das Gewicht eines auf glatter Bahn befindlichen Körpers leicht unterschätzt. Aber diese leichte Verschiebbarkeit macht es zugleich unmöglich eine mechanische Kraft anzulegen, um damit die Cohäsion zu messen. Der andere Weg zur Messung derselben bestünde nun darin, daß man die Wärmemenge bestimmte, welche zu ihrer Aufhebung nothwendig ist, allein hier stößt man wieder auf das Hinderniß, daß gewöhnlich die Dampfbildung früher eintritt als noch die Cohäsion aufgehoben ist. Es dürfte nur auf die Art gelingen, daß man die betreffende Flüssigkeit in ein Glasrohr einschließt und so hoch erhitzt, bis man die aufgehobene Cohäsion dadurch erkennt, daß z. B. in einem hineingestellten Capillarrohr keine Capillarität bemerkt wird. Von der ganzen hiezu nöthigen Wärme müßte dann die Wärmemenge in Abzug gebracht werden, welche dem Dampfdruck in dem Rohre äquivalent ist. So würde man bei reinem Wasser erfahren, wie viel von den 650 Calorien zur Aufhebung der Cohäsion verwendet werden, und somit auch wie viele zur eigentlichen Dampfbildung verbleiben. Völlig reine Flüssigkeiten, für welche $A=o$, versprechen begreiflich die besten Resultate aus solchen Versuchen.

Allein solche Flüssigkeiten sind schwer zu beschaffen, denn auch das reinste Wasser, das noch am leichtesten von chemischen Beimengungen zu trennen ist, enthält entweder aufgelöste Luft, oder es kann von der Luft nicht isolirt werden, welche an den Wänden seines Gefäßes hängt. Es ist demnach, so wie aus anderen Gründen, eine dringende Aufgabe, den Einfluß aufgelöster Körper kennen zu lernen, und jeder Versuch zur Aufstellung eines Lösungsgesetzes ist zu rechtfertigen, wenn derselbe auch keinen andern Erfolg haben sollte, als den, die bisherigen sehr mangelhaften Erfahrungen übersichtlich zu machen und eine bessere Fragestellung an das Experiment anzubahnen. Das Folgende ist ein solcher Versuch.

3. Das Lösungsgesetz.

Haben wir zwei Körper von den Mengen M und M', welche eine Lösung geben, vor uns, und sind x und x' ihre Cohäsionskräfte, so müssen Mx und $M'x'$ von der Anziehung oder Adhäsion der beiden Körper überwunden werden. Ist y diese Anziehung, so haben wir für die einander entgegenwirkenden Kräfte die Ausdrücke $Mx—M'y$ und $M'x'—My$. Der Werth der beiden Ausdrücke hängt von der Temperatur und dem auf die beiden Körper wirkenden Drucke ab, denn x, x' und y werden durch die Wärme und zwar in ungleichen Verhältnissen geschwächt, und der Wirkung der Wärme wirkt wieder der äussere Druck entgegen.

So oft nun beide Ausdrücke einen negativen Werth haben, so oft also $Mx < M'y$ und $M'x' < My$, so ist leicht einzusehen, daß eine Lösung beider Körper in einander stattfinden müsse. Dasselbe gilt, wenn beide Ausdrücke $= 0$ sind, wenn also $Mx = M'y$ und $M'x' = My$, und wenn nur eine geringe günstige Änderung der Temperatur hinzukommt, durch welche $Mx + M'x' < (M + M')y$ wird. Allein damit kann noch nicht die Grenze der Löslichkeit, der Sättigung des Lösungsmittels durch den gelösten Körper eingetreten sein, denn aus den vorigen Gleichungen folgt

$$x : x' = M'^2 : M^2$$

und berechnet man darnach die Cohäsion leicht und schwer löslicher Körper, aus ihren Werthen von M und M' in gesättigter Lösung, so gelangt man zu ganz absurden Resultaten.

Minder günstig erscheint die Annahme, daß in gesättigten Lösungen $Mx > M'y$ und $M'x' < My$ und zugleich $Mx + M'x' = y (M + M')$ sei; man kann sich dabei vorstellen, daß in der Flüssigkeit M deren Cohäsion zwar nicht aufgehoben, deren Theile aber sehr leicht verschiebbar sind, der andere Körper M', der keine Cohäsion mehr besitzt, leicht durch mechanische Mittel vertheilt werden könne, so daß keine Entmischung von selbst eintreten kann. Doch es bliebe bei dieser Annahme unerklärt, daß bei so vielen Flüßigkeitspaaren zwei Sättigungsverhältnisse bestehen. Man darf auch nicht annehmen, daß die erwähnte Gleichung nicht zu bestehen brauche, sondern daß es schon genüge, wenn $M'x' = My$ und $Mx > M'y$, oder im anderen Falle $Mx = M'y$ und zugleich $M'x' > My$, damit

man zwei Sättigungsverhältnisse erhalte, denn solche Mischungen müßten schon beim ruhigen Stehen sich nach dem specifischen Gewichte der Bestandtheile wieder entmischen.

Allen Anforderungen dürfte indessen die Annahme entsprechen, daß eine Lösung nichts anderes sei, als eine Verbindung von Molekülen des gelösten Körpers mit Molekülen des Lösungsmittels. Nun treten aber die neuen zusammengesetzten Moleküle unter einander in einen neuen Cohäsionszustand, der für den Bestand der Lösung als ein Kraftzuwachs zu betrachten ist. Bedeutet x_2 diese Cohäsion der Lösung und behalten M, M', x, x' und y ihre obige Bedeutung, so haben wir nach erfolgter Lösung

$$Mx + M'x' \gtreqless (y + x_2)(M + M').$$

Damit ist der Bestand der Lösung gesichert; ihre Sättigung aber tritt schon ein, wenn $M'x' = My$; die Lösung erfolgt, indem M' dessen Cohäsion aufgehoben ist, durch mechanische Mittel in der Flüssigkeit M vertheilt, und in der neuen Lage durch x_2 festgehalten wird, gleichviel ob $Mx < M'y$ ist oder nicht. Es ist klar, daß man zwar das Lösungsmittel M, nicht aber den gelösten Körper M' etwa um m vermehren dürfe, denn $(M' + m)x' > My$, und x_2 steht offenbar der Cohäsion des Lösungsmittels näher, und kann durch dessen Vermehrung nur selbst gewinnen. Beispiele hiezu bieten alle Salzlösungen im Wasser oder in anderen Flüssigkeiten.

Läßt man umgekehrt M' das Lösungsmittel, und M den gelösten Körper bedeuten, so tritt ebenfalls die Lösung ein, sobald $Mx = M'y$, und sie hat Bestand, wenn mindestens $Mx + M'x' = (y + x_3)(M + M')$.

Die neue Cohäsion x_3 hat einen anderen Werth als vorher x_2, weil jetzt andere zusammengesetzte Moleküle vorhanden sind; jetzt kann zwar M' nicht aber M in der Lösung vermehrt werden.

Somit haben wir zwei Sättigungsverhältnisse für alle jene Lösungen der Flüssigkeiten, bei denen der Werth von y keinen zu großen Werth hat; z. B. für Äther und Wasser, Wasser und Essigäther, Öl und Alkohol etc.

Bei den Lösungen der festen und gasförmigen Körper kann diese Erscheinung zweier Lösungsverhältnisse nur bei solchen Temperaturen beobachtet werden, bei welchen erstere flüssig, oder nur bei einem solchen Drucke, bei welchem letztere condensirt sind. Bei metallurgischen Processen und Glasschmelzungen treffen wir auf solche Beispiele.

Nähert sich aber y dem Werthe der größeren Cohäsion x', so daß $x + x' = y + x_3$ ist, so fallen die Grenzen der beiden Sättigungsverhältnisse zusammen, d. h. beide Körper lösen sich in allen Verhältnissen; z. B. Wasser und Alkohol, Äther und Schwefelkohlenstoff u. s. w.

Die neue Cohäsion x_2 oder x_3, welche zur Erklärung eines zweifachen Lösungsverhältnisses angenommen werden muß, entsteht ohne Zweifel aus dem Mittel der Cohäsionen x und x' und wird im Allgemeinen der Cohäsion jenes Bestandtheiles sich nähern, der in größerer Menge in der Lösung vorhanden ist. — In der neuen Molekülverbindung muß die Wärmebewegung sich ganz anders vertheilen als es in ihren Bestandtheilen der Fall war. Während nämlich die Aufhebung der beiden Cohäsionen Wärme verbraucht, muß die Entstehung der neuen Verbindung Wärme erzeugen. Und je nachdem die eine oder andere Erscheinung vorwaltet, wird die Temperatur der Lösung erniedrigt oder erhöht sein. Am auffallendsten zeigt sich dies bei den Lösungen solcher Flüssigkeiten, welche sich in allen Verhältnissen mischen, wie z. B. Wasser mit Alkohol, Alkohol mit Schwefelkohlenstoff, Alkohol mit Terpentinöl u. s. w. Solche Lösungen zeigen nämlich je nach dem Mengenverhältnisse der Bestandtheile mehrere Maxima und Minima der Erwärmung oder Abkühlung. Dies deutet auf die Existenz fester Verbindungen der Moleküle welche entstehen, wenn gerade solche Mengen beider Körper gelöst sind, daß ihre Moleküle in einem einfachen Verhältnisse stehen, oder ihrer Gestalt entsprechend sich besser aneinander legen können. Solche Verbindungen zeigen natürlich auch ein bestimmtes Äquivalentverhältniß der Bestandtheile, und haben andere physikalische Eigenschaften, als die Mittel der Eigenschaften ihrer Bestandtheile. Mit diesen Verbindungen fallen indessen die Maxima oder Minima der Temperatursänderung nicht nothwendig zusammen, denn dieselben sind blos die Differenzen zweier Erscheinungen.

Als Beispiele solcher Molekülverbindungen darf man den 92perc. Alkohol und den 91perc. Alkohol - Schwefelkohlenstoff ansehen, welche einen constanten Siedepunkt haben, und durch Destillation nicht zersetzt werden. Den 92perc. Alkohol kann man sich zusammengesetzt denken aus 9 Äq. Alkohol und 4 Äq. Wasser berechnet und gefunden 92 Alkohol, und 8 Wasser; ebenso den 91perc. Alkohol-Schwefelkohlenstoff aus 12 Äq. Schwefelkohlenstoff und 1 Äq.

Alkohol, berechnet 90·9 und 9·1; gefunden Berthelot 91 und 9perc. Die mittlere Dichte des 90·9perc. Alkohol-Schwefelkohlenstoffes müßte sein 1·229, Berthelot fand aber 1·189. Der mittlere Siedepunkt wäre 50·73°, Berthelot findet aber 44°. Beim 92perc. Alkohol würde die mittlere Dichte sein 0·808, Berthelot findet aber 0·814, der mittlere Siedepunkt wäre 79·02°; Prof. Ed. Krischek fand aber den corrigirten mit Sorgfalt bestimmten Siedepunkt 77·2° C. [bei 725·5 Bar.]. — Die letztere Bestimmung wurde mit einem in Gottlieb's Laboratorium sorgfältig dargestellten absoluten Alkohol mit dem Siedepunkte 77·2 nach Beimengung des entsprechenden Wassers ausgeführt; die Übereinstimmung der Siedepunkte des absoluten und 92 perc. Alkohols erklärt, nebenbei gesagt, die Thatsache, daß man beide Körper durch Destillation nicht trennen, und den gewöhnlichen Spiritus nicht über 92 perc. concentriren kann.

Die größte Neigung zur Lösung in allen Verhältnissen haben die homologen Körper, deren Zusammensetzung die kleinste Abweichung zeigt; ihre Cohäsionen stehen einander sehr nahe, und zwischen beiden steht ihre Adhäsion, und so kommt es, daß ihre Moleküle in der Lösung sich fast so benehmen als wenn sie unter ihres Gleichen sich befänden. Methyl- und Äthylalkohol, Butyl- und Amyläther u. s. w. sind daher kaum von einander zu trennen. Ähnlich verhalten sich die Elemente von derselben Gruppe, so wie die meisten ihrer chemischen Verbindungen, wenn sie sich im flüssigen Zustande befinden. Die Existenz von Molekülverbindungen zeigt sich nicht nur in den Lösungen selbst, sondern auch in vielen festen Producten derselben, z. B. in den gemischten Krystallen isomorpher Körper, in den krystallisirten Amalgamen etc.

Hieher sind wohl auch die Krystalle der Salze zu zählen, welche Krystallwasser enthalten; sie bilden für die Lösungen dieser Salze gleichsam das zweite Sättigungsverhältniß, nämlich im erstarrten Zustande. Diese Anschauung läßt sich durch die Thatsache motiviren, daß die Salze in ihrem Krystallwasser schmelzen, sobald man mit der nöthigen Temperatur und dem nöthigen Druck zu Hilfe kommt. Ebenso sind die Hydrate der Säuren und Basen, mit ihrem nicht chemisch gebundenen Wasser, Beispiele für Molekülverbindungen.

Was nun die Wärmebewegung bei der Lösung der festen Körper in flüssigen anbelangt, so entspricht sie der oben gegebenen Erklärung. Die Abkühlung ist durch den großen Werth der hier zu

überwindenden Cohäsion weit größer als die durch den Werth von y bedingte Erwärmung; wenige Fälle wie bei Chlorzink, Chlorkalcium u. a., wo der Werth von y größer ist, ausgenommen, ist somit beim Lösen der Salze eine Abkühlung zu beobachten. Auch hier ist die Temperaturerniedrigung den gelösten Salzmengen nicht genau proportional, und man kann auch hier mehr und weniger innige Verbindungen voraussetzen.

Übrigens entsteht die Frage, ob die hier verbrauchte Wärme blos zur Aufhebung der Cohäsion, oder zugleich zum Flüssigwerden des Salzes verwendet werde, ob man nämlich genöthiget sei, ein gelöstes Salz sich im geschmolzenen Zustande zu denken. Die Frage muß mit Nein beantwortet werden, weil die beobachteten Abkühlungen zu klein sind, um die verbrauchte Schmelzwärme zu erklären, weil die durch y erzeugte Wärme unmöglich so hoch sein kann, um das Fehlende zu decken. Chlornatrium z. B. zeigt in der dreifachen Menge von Wasser gelöst eine Abkühlung von etwa 10°, welche einem Wärmeverbrauche von 32 Wärmeeinheiten entspricht, damit aber könnte das Chlornatrium blos um 160° erhitzt werden, es fehlen daher noch mindestens 220 Wärmeeinheiten zum Schmelzen des Chlornatriums.

Auch ist es nicht nothwendig die gelösten Körper sich immer im geschmolzenen Zustande zu denken; besonders wenn man sich die allotropischen Zustände sammt dem Aggregatzustande eines Körpers blos durch die verschiedene Größe der Moleküle erklärt. Nach dieser Vorstellung wären die Formen des Phosphors, der schwarze, rothe, gelbe, der flüssige und der gasförmige Phosphor, blos durch die Größe ihrer Moleküle verschieden; je kleiner dieselben sind, desto zugänglicher sind sie für Licht und Wärme, desto größer ist ihre latente Wärme, der sie eben ihre Größe verdanken, desto kleiner ist die Dichte des Phosphors, desto löslicher wird er in Schwefelkohlenstoff, und desto leichter geht er Atomverbindungen ein. Können die Moleküle noch innerhalb ihrer Cohäsionssphäre so klein und so gestaltig sein, daß sie schon in Folge ihres Gewichtes übereinander gleiten, so besitzt der Körper den flüssigen Zustand; außerdem kann er nur in Verbindung mit anderen Körpern flüssig werden. Das letztere kann nun auch mit festen Körpern ohne Spalten der Moleküle geschehen; mit anderen Worten, Schwefel und Jod, schwefelsaures und kohlensaures Ammoniak, Fett und Eiweiß etc. lösen sich in den

betreffenden Mitteln, ohne daß sie hiebei in den geschmolzenen Zustand übergehen. Demnach haben wir unter x' in den obigen Formeln blos die feste oder flüssige Cohäsion des aufgelösten Körpers zu verstehen, wenn nicht bestimmte Erfahrungen das Gegentheil verlangen.

Zu beachten ist natürlich, daß bei festen Körpern der gepulverte Zustand um so viel weniger Wärme zur Lösung verlangt, als das Pulvern an Kraft gekostet hat. Die Wärme, welche bei einer Lösung verbraucht wird, muß offenbar wieder frei werden, wenn die Lösung auf irgend eine Weise wieder entmischt wird, daraus erklärt sich z. B. die Langsamkeit des Krystallisirens.

Bei der Lösung gasförmiger Körper ist nicht eine Cohäsion derselben, sondern ihre Expansion das Hinderniß, welches zu überwinden ist, folglich haben wir, wenn wir mit e die Expansion bezeichnen, die Lösungsbedingung $M'e = My$ und

$$Mx + M'e \leqq (y + x_2)(M + M')$$

oder wenn wir auf einen veränderlichen Druck von Aussen Rücksicht nehmen

$$\frac{e}{D} M' = My, \text{ und } Mx + \frac{e}{D} M' = (y + x_2)(M + M').$$

Wie man aus $M' = \frac{D}{e} yeM$ ersieht, löst sich um so mehr vom Gase auf, je stärker die Anziehung des Lösungsmittels M, je größer der äußere Druck, und je kleiner die Expansion des Gases ist, endlich noch je größer x_2 (die neue Cohäsion) ist. In demselben Lösungsmittel lösen sich die Gase um so mehr auf, je leichter sie sich comprimiren lassen, je mehr man durch niedere Temperatur ihre Expansion verkleinert, und je ähnlicher ihr chemisches Verhalten mit jenem der Flüssigkeit ist. Man sieht daraus warum die Elemente H, N, O sich in so geringer Menge im Wasser lösen, warum Cl, SO_2, SH, NH_3 etc. sich in größerer Menge lösen etc. Daß viele dieser Gase wie CO_2, SO_2, NH_3 höchst wahrscheinlich mit dem Wasser eine Atomverbindung eingehen, ändert nur die Quantität aber nicht Qualität der begleitenden Erscheinungen; denn die Affinität der Atome ist von der Adhäsion der Moleküle wohl nur durch ihre größere Energie verschieden, so daß ihr ganzes Auftreten mit jenem der letzteren immer mehr übereinstimmt, je mehr sie durch hohe Zu-

sammensetzung der Atome geschwächt wird; zahllose Beispiele dazu gibt die organische Chemie. Man ist kaum im Stande mit den hoch zusammengesetzten Harzen, Farbstoffen, Proteïnverbindungen etc. constante Verbindungen herzustellen, um daraus ihr Äquivalent zu berechnen. Übrigens läßt sich die Frage noch nicht beantworten, ob nicht CO_2, SO_2, NH_3 u. a. bevor sie sich im Wasser lösen, erst eine chemische Verbindung mit einem Theile desselben eingehen.

Die Wärmeentwickelung ist bei der Auflösung der Gase immer vorwiegend, denn einerseits ist bei den Gasen keine Cohäsion zu überwinden, und andererseits dürfte oft, wenn nicht immer, die latente Wärme des Gases frei werden.

Somit hat das Lösungsgesetz seinen Ausdruck in folgenden Formeln:

$$\text{I. } Mx = My \quad \ldots \quad \text{II. } Mx + M'x' = (y + x_1)(M + M')$$
$$\text{III. } M'x' = My \quad \ldots \quad \text{IV. } Mx + M'x' = (y + x_2)(M + M')$$
$$\text{V. } Me = My \quad \ldots \quad \text{VI. } Mx + M'e = (y + x_2)(M + M')$$

Aus diesen Formeln ergibt sich bei näherer Betrachtung, daß eine Lösung erst dann eintreten könne, wenn ihre Bedingung bereits im günstigen Sinne überschritten ist, daß also die Temperatur eines Sättigungsgrades ein wenig überschritten werden muß, um dessen Sättigung zu erzielen; entgegengesetzt muß im Falle der Abscheidung eines gelösten Körpers die Lösungsbedingung verringert werden, man muß also die Temperatur eines Sättigungsgrades noch weiter erniedrigen als dem Sättigungsgrade entspräche; man nennt diese bekannte Erscheinung die Übersättigung, welche offenbar nach beiden Richtungen, sowohl in Bezug auf den gelösten Körper als auch in Bezug auf das Lösungsmittel stattfindet.

Für solche Flüssigkeiten, welche in zwei Verhältnissen in einander sich lösen, für welche also die Formeln I—IV gelten, kann man durch genaue Versuche die Größen x', y, x_1, x_2 berechnen, wenn man x die Cohäsion der einen Flüssigkeit also z. B. die Cohäsion des Wassers als Einheit gelten läßt. Mit dieser Annahme kann man durch combinirte Versuche, durch welche M und M' bestimmt werden, die Cohäsionen der verschiedenen Flüssigkeiten etc. ermitteln.

Endlich verdient noch eine Folgerung aus obigen Formeln hervorgehoben zu werden. Es kann nämlich der Fall eintreten, daß zwar

die Bedingungen von II und IV nicht aber von I und III mehr bestehen, daß also die Cohäsionen beider Theile zwar groß genug zur Abscheidung wären, daß aber durch x_2 und x_1 die Verbindung noch festgehalten wird. Ebenso kann der umgekehrte Fall eintreten. Dies gibt eine Art von Übersättigung, welche durch Bewegung, durch das specifische Gewicht des einen Bestandtheiles, oder durch die Adhäsion eines hinzutretenden Körpers, also z. B. eines porösen Stoffes, der Gefäßwände etc. entmischt werden kann. Werden ferner die schon ausgeschiedenen Moleküle bei ihrer Vereinigung behindert, so erhält man Halblösungen, wie z. B. die Colloidsubstanzen sind. Etwas Ähnliches erhält man durch feine Zertheilung des einen Körpers auf mechanischem Wege, dies sind die Emulsionen und Suspensionen der flüssigen und festen Körper. Je mehr sich die Bedingungen bei diesen Halblösungen den obigen Formeln nähern, desto ähnlicher werden sie den echten Lösungen, und desto mehr zeigen sie eine merkwürdige Eigenschaft, das ist die Neigung zum Schäumen beim Durchleiten von Gasen. Diese Schaumbildung tritt ein, wenn diese feinen Körper etwa 5—0·2 Pct. und darunter von der Flüssigkeit betragen und sind eine Folge der Cohäsion dieser Körperchen zu einander, in deren Folge sie in den dünneren Lagen der Flüssigkeit eine Schichte von größerer Zähigkeit bilden. Das bekannteste Beispiel dafür ist eine Seifenlösung; aber auch Suspensionen von geschlemmter Kreide, Graphit etc. zeigen das Schäumen und in dem berühmten Meeresschaume von Paphos auf Cypern fand F. Unger Schleimalgen und eine mikroskopische Crustacea.

4. Das Sieden einer Lösung.

Wird eine Lösung zum Sieden gebracht, so liegt der Siedepunkt meist zwischen den Siedepunkten der Bestandtheile, dies hängt von dem Verhältnisse $M : M'$ und dem Werthe von y ab. Bestände keine Adhäsion y, so müßte jeder Bestandtheil bei seinem eigenthümlichen Siedepunkte sieden; wäre ferner in der Lösung eine einzige feste Molekülverbindung, welche beim Sieden nicht zersetzt wird, für welche also x_2 früher als y verschwindet, vorhanden, so würde sie einen constanten Siedepunkt zeigen. In jedem andern Falle steigt der Siedepunkt stetig oder auch in Sprüngen. Liegen die Siedepunkte der Bestandtheile weit auseinander, so erscheinen gleichsam zwei Siedepunkte mit einem Zwischenraume, der um so größer ist,

je kleiner y ist. So z. B. bei Äther in Wasser, Paraffin in Alkohol, Äthylen Toluol etc. So oft der Siedepunkt einige Zeit stationär bleibt, so destillirt entweder eine festere Molekülverbindung, oder es wird eben eine solche zersetzt, das letztere geschieht, wenn y früher als x_2 aufgehoben wird.

Bezüglich der Wärmemenge, welche zur Verdampfung oder Destillation einer Lösung nöthig ist, folgt aus der obigen Darstellung, daß sie wegen y in der Regel größer ist, als wenn die Bestandtheile für sich verdampft würden. Ausgenommen davon sind jene Fälle, wo die ganze Lösung, oder ein beträchtlicher Theil derselben als unveränderte Molekülverbindung abdestillirt.

Wenn bei Lösungen fester, nicht flüchtiger Körper blos das Lösungsmittel verdampft wird, so wird dieselbe Wärmemenge, welche zur Lösung aufgenommen wurde, bei der Abscheidung des Salzes wieder frei, und nur jene Wärme ist als Mehraufwand zu betrachten, welche in dem ausgeschiedenen Salze steckt. Modificirt wird dies oft dadurch, daß ein Theil des Salzes mit Hilfe des Lösungsmittels zersetzt wird, und seinen flüchtigeren Bestandtheil verliert. Aus den wässerigen Lösungen der Ammoniaksalze z. B. wird Ammoniak, aus jenen der kohlensauren, essigsauren, buttersauren Salze etc. wird die Säure aus Chloriden, Jodiden und Bromiden, Chlor-, Jod- und Bromwasserstoff entfernt etc.

Steigt die Temperatur der Lösungen von festen und flüssigen Körpern über den Siedepunkt des einen Bestandtheiles, so können dieselben als Gaslösungen betrachtet werden, somit haben wir in diesem Falle für das Sieden der sämmtlichen Lösungen

$$Mx + \frac{e}{D} M' > (y + x_2)(M + M').$$

Vergleicht man diesen Ausdruck mit der Lösungsbedingung (Formel VI), so sieht man, daß vor dem Sieden eine mehr oder weniger starke Übersättigung mit dem flüchtigen Bestandtheile eintreten muß. Man kann dies an allen gesättigten Gaslösungen beobachten, diese können oder müssen immer um einige Grade überhitzt werden, bevor das Sieden eintritt. Da mit steigender Temperatur auch der Werth von e steigt, und der Werth von y, x_2 kleiner wird, so wird in allen Fällen wo nicht x_2 vor y aufgehoben wird, der mehr flüchtige Körper M' zuerst das Streben zeigen zu verdampfen. Aber seine Dämpfe

verhalten sich M gegenüber wie ein leerer Raum, und können also nicht entstehen ohne so viel Dämpfe von M aufzunehmen, als der Spannkraft und Dichte der letzteren entspricht.

So einfach wird der Siedehergang sein, wenn die Dämpfe der Lösungsbestandtheile sich gegen einander so indifferent verhalten wie etwa Stickstoff und Sauerstoff, deren Spannkräfte sich einfach addiren. Aber die Spannung aus einer Lösung siedender Gase ist immer kleiner als die Summe der Spannungen der Bestandtheile. Somit ist der Schluß erlaubt, daß in diesen Gasen immer Molekülverbindungen mit Gasen des weniger flüchtigen Bestandtheiles enthalten seien. Das Studium der fractionirten Destillation kann zu deren Kenntniß führen. Beachtenswerth ist noch die Differenz, welche zwischen der Temperatur des Dampfes und jener der siedenden Flüssigkeit besteht, man kann erstere, wie üblich, den Siedepunkt, letztere die Siedehitze oder Siedetemperatur nennen. Letztere erhält man constant, wenn man einen feinen gepulverten Körper wie Kreide, Graphit, Federweiß etc. im Betrage von etwa $1/2$ Pct. der Flüssigkeit in diese einträgt, die Kugel des Thermometers unter die Oberfläche der Flüssigkeit bringt und die Wärmequelle so anordnet, daß ein seitlicher Theil des Gefäßes am stärksten erhitzt wird; es beruht diese Methode auf dem eigenthümlichen Sieden der Suspensionen, worüber in Nr. 8 das Nähere gesagt ist. Es zeigt sich dann, daß die Differenz bei reinen Flüssigkeiten und bei solchen Lösungen, die durch das Sieden nicht zersetzt werden, sehr gering ist und 0·2° bis 0·6° beträgt. Bei Lösungen aber, welche sich zersetzen, ist diese Differenz weit größer, und zwar um so größer, je größer der Werth von y ist und je weiter die Siedepunkte der Bestandtheile auseinander liegen. Die Differenz sollte dem Siedepunkte der chemisch untersuchten Stoffe immer beigefügt werden. Bei Salzlösungen sind diese Differenzen schon längst beobachtet worden. Am größten ist diese Differenz dann, wenn die Lösung für ihre Siedehitze gesättiget ist. Lösungen fester nicht flüchtiger Körper bleiben beim Sieden dadurch gesättiget, daß die letzteren sich beständig ausscheiden; somit bleibt die Differenz constant. War diese Lösung vorher verdünnt, so ist, wie bekannt, die Differenz geringer und steigt während der Concentration. Bei Lösungen von Gasen, bei welchen die Concentration während des Siedens fortwährend abnimmt, tritt deßhalb das Gegentheil ein.

5. Der Luftdruck D.

Die bisher besprochenen Erscheinungen wurden unter dem gewöhnlichen Luftdrucke von 760 Millim. betrachtet oder darauf bezogen. Über die Wirkung des Luftdruckes auf die Dampfbildung der Flüssigkeiten haben wir die genauesten Versuche von Regnault. Wir wissen demnach, daß die Wirkung des Luft- und Dampfdruckes eine doppelte ist; sie erhöht nämlich den Siedepunkt der Flüssigkeit und zugleich erfordert die Dampfbildung bei dieser Temperaturserhöhung einen Mehraufwand von Wärme. Der Siedepunkt des Wassers z. B. wird durch 1 Atm. Druck von 0° auf 100°, durch 2 Atm. auf 120·6°, durch 3 Atm. 133·9, durch 4 Atm. auf 145·0, durch 5 Atm. auf 152·2, durch 6 Atm. auf 159·2° u. s. w. gesteigert. Wie man sieht, fallen die Temperaturserhöhungen mit der Zunahme des Druckes nahezu in geometrischem Verhältnisse, so daß bei 6 Atm. die Temperaturserhöhung von 1° schon so viel bedeutet wie bei 1 Atm. die Erhöhung um 5°. Dieser Umstand ist für die Bewegung der siedenden Flüssigkeit von Wichtigkeit, weil geringe Änderungen der Dichte auch nur eine geringe Steigkraft der erhitzten Flüssigkeitstheile bewirken.

Der größere Wärmeaufwand, den ein höherer Druck bei der Dampfbildung bedingt, ist noch nicht mit Sicherheit gemessen; indessen dürfte er z. B. bei Wasserdämpfen, welche bei 100° um 30 Wärmeeinheiten mehr verbrauchen als bei 0°, für 1 Atm. auch 30 Colorien betragen.

Für Lösungen wurde bezüglich des Druckes eben die Bedingung aufgestellt, daß $\frac{e}{D} M' = My$ und $Mx + \frac{e}{D} M' = (y + x_2)(M + M')$.

Daraus ergibt sich, daß bei zunehmendem Werthe von D der Bestand der Lösung verstärkt, im entgegengesetzten Falle aber vermindert werde, d. i. je kleiner der Druck wird, desto leichter wird eine Lösung zersetzt. Bei der fractionirten Destillation ist dieser Umstand von Wichtigkeit, weil man durch Abänderung des Druckes auch den Siedepunkt verändert und weil verschiedene Temperaturen einer siedenden Flüssigkeit auf deren Bestand oder Zersetzung Einfluß nehmen. Man erhält nämlich aus gemischten Flüssigkeiten, welche bei verschiedener Temperatur destillirt werden, auch verschiedene Destillate.

Auf welche Art sich Salzlösungen, wie man sie in Dampfkesseln aus See- und Brunnenwasser, durch Abdampfen erhält, bei höherem Drucke verhalten, ob nämlich ihre Siededifferenzen dabei steigen oder fallen, ob also die Salzlösungen eine größere Wärmeansammlung bedingen, darüber fehlen noch alle Versuche.

6. Die Oberflächenwirkung.

Man hat lange Zeit gelehrt, daß eine siedende Flüssigkeit und die hieraus entwickelten Dämpfe dieselbe Temperatur haben. Das ist indessen niemals der Fall, man kann sich mit Hilfe eines empfindlichen Thermometers überzeugen, daß eine Flüssigkeit erst dann siedet, wenn ihre Siedehitze den Siedepunkt ihrer Dämpfe überschreitet, das gilt von chemisch reinen Flüssigkeiten eben so wie von Lösungen. Auf die Frage wie groß diese Überschreitung sein müsse, gibt das Thermometer sehr abweichende Antworten. Ihre Größe ist verschieden je nach der Tiefe der Flüssigkeit, nach dem Materiale des Gefäßes, nach der Wärmequelle und nach der Natur der Flüssigkeit. Diese Überschreitung oder dieser Siedeverzug wie Dufour sie nennt, beträgt oft weniger als 0·3°, kann aber auch einige Grade erreichen, und bei ausgekochtem Wasser unter niederem Drucke auf 20° und 32° steigen, wie Dufour's schöne Versuche nachweisen. Das Schwankende im Siedeverzuge des Wassers hat man schon längst bei den Bemühungen mit dem Hypsometer und dem constanten Siedepunkte des Thermometers beobachtet, und man hat es deßhalb ganz aufgegeben, die Thermometerkugel in die siedende Flüssigkeit selbst einzutauchen. Frägt man nun nach dem Grunde dieses Schwankens im Siedeverzuge, so ist man genöthigt an veränderliche Kräfte zu denken. Solche bieten sich auch wirklich in den zwei folgenden Ausdrücken der Gleichung, nämlich in dem Oberflächendrucke O und in dem Höhendrucke H. Letzterer ändert sich mit der Tiefe der Flüssigkeit, ersterer aber mit der Gestalt der Oberfläche; zugleich wirken beide der Ausdehnung der Flüssigkeit entgegengesetzt. Wenn wir nun in einem Dampfkessel beobachten, daß im Dampfraume die Temperatur t, im klaren Wasser aber unter einer ruhigen Oberfläche die Temperatur $t + t'$ herrsche, und wenn wir daraus schließen müssen, daß sich im Wasser Dämpfe von höherer Spannung als im Dampfraume bilden können, in Wirklichkeit aber sich doch nicht bilden, so finden wir dafür kein anderes Hinderniß als die ruhige

Oberfläche. Denn Niemand kann sich die Vorstellung bilden, daß die Luftblasen, durch deren Einleitung ins Wasser dieses plötzlich ins Sieden käme, etwa die Rolle der Vorturner spielen.

Der Oberflächendruck ist aber bei jeder Flüssigkeit vorhanden, er läßt sich nachweisen, indem auf der Fläche des Wassers Körperchen liegen bleiben, welche 20 mal dichter sind als dieses, und er ist zweifellos eine Mitursache der Capillarität. Es frägt sich nur, ob der Oberflächendruck groß genug sei, um auch den größten Siedepunkt zu erklären? Leider können wir O nicht messen, denn die Capillarität gibt als ein Resultat zweier Kräfte keinen Weg dazu. Die größte Capillaritätswirkung zeigt offenbar nur das Minimum des Oberflächendruckes; denn sie ist nur die Differenz von zwei Oberflächenwirkungen. Doch lernen wir daraus, daß O wenigstens beim Wasser gewöhnlicher Temperatur mehr als 10 Zoll Wasserdruck betragen könne. Überdies sprechen folgende Thatsachen für die gegebene Erklärung. An der Capillarität sehen wir, daß O mit der steigenden Temperatur abnehme, dasselbe ist bei den von Dufour gefundenen Siedeverzügen der Fall. Ferner kann man Siedeverzüge dadurch unterbrechen, daß man den Oberflächendruck schwächt oder stört. Bringt man nämlich dem Siedegefäße solche Schwankungen bei, daß an der Oberfläche Wellen entstehen, so tritt augenblickliches Sieden ein, denn in den Vertiefungen der Wellen ist O geschwächt, je kleiner der Siedeverzug war, desto größere Wellen brauchte man zu erzeugen. Man kann dies in einem Glaskolben mit destillirtem Wasser, welches man ausgekocht hat, in einem Öl- oder Salzwasserbade leicht experimentiren. Eben so kann man Siedeverzüge unterbrechen oder verhindern, wenn man die Oberfläche mit Glas- oder Metallstäben beständig durchfurcht. Eben so wirken Gasblasen, welche man in die Flüssigkeit einleitet, indem dieselben durch ihr Platzen an der Oberfläche ebenfalls Wellenbewegung erzeugen. So kommt es, daß die Dampfblasen, welche in einer siedenden Flüssigkeit eben auftreten, fast immer von anderen Dampfblasen gefolgt sind, und daß beim Unterbrechen eines starken Siedeverzuges gewöhnlich die ganze Überhitze zur Dampfbildung verwendet wird, die Siedehitze der Flüssigkeit vermindert sich dabei auf das oben angegebene Maß von 0·2—0·6 über dem Siedepunkte; nach starken Siedeverzügen scheint die Temperatur der Flüssigkeit sich sogar noch unter den letzteren zu mindern.

Hängt man in die siedende Flüssigkeit ein Bündel von Drähten oder dünnen Glasstäben, welche an einem Drahte aufgefädelt und z. B. in dem Tubulus der Retorten befestigt sind, und welche von verschiedener Länge unter die Oberfläche der Flüssigkeit hineinragen, so wird durch diese schwingenden Stäbe das Sieden sehr begünstiget. Noch besser wirken Holzstäbe von trockenem leichten Holze oder Glasröhren, welche unten zu einer feinen Spitze ausgezogen, oben aber geschlossen und der Aufhängung wegen zu einem Öhr umgebogen sind; hier wirkt nämlich die im Holze oder in der Röhre befindliche Luft in einer Weise mit, wie unten Nr. 10 erörtert ist.

Die Wirkung dieser Mittel zeigt sich noch auffallender, wenn die Oberflächenwirkung nicht einfach, sondern mehrfach vorhanden ist. Dies ist z. B. der Fall, wenn man auf das erhitzte Wasser einige Tropfen Öl bringt; dasselbe breitet sich auf dessen ganzer Oberfläche aus, und die entstehenden Dampfblasen haben nun drei Flächen, nämlich die Fläche des Wassers und die beiden Flächen des Öles zu durchbrechen. Dadurch steigt nun auch die Siedehitze des Wassers, und es ist nun leicht mit diesem Wasser Siedeverzüge entstehen zu lassen. Noch mehr steigt die Siedehitze, wenn die Ölschichte eine beträchtliche Höhe hat, indem dann O noch durch den Höhendruck des Öles vermehrt wird. Das Öl, in welchem selbst keine Dampfblasen entstehen, wirkt auf das siedende Wasser, wie eine leicht bewegliche Klappe, und es ist dann schwer starke Siedeverzüge zu vermeiden, und auf andere Art als durch hängende Stäbe ein regelmäßiges Sieden lange zu erhalten. Mit dem Holzstabe oder der Glasröhre habe ich jedoch große Mengen von Öl, um daraus flüchtige Säuren oder ätherische Öle abzuscheiden, mit Wasser viele Stunden lang ohne das mindeste Hinderniß destillirt. Bei solchen Destillationen von ölartigen Körpern mit Wasser kommt es vor, daß in den Siedepausen auf dem Öle sich eine dünne Schichte von condensirtem Wasser bildet; dann haben wir natürlich fünf Flächen vorhanden, welche eine weitere Steigerung der Siedehitze bedingen.

Indessen bedarf es keiner so differenten Körper wie Wasser und Öl, um eine vielfache Oberflächenwirkung zu erzielen. Beim Auswaschen der Niederschläge in der analytischen Chemie kommt es oft vor, daß die zuerst vom Trichter in das Becherglas rinnende Flüssigkeit gesondert bleibt, von der zweiten, welche durch Aufgießen von Wasser im Trichter entstand, und daß die zweite Flüssigkeit

ebenso von der dritten, die dritte von der vierten etc. getrennt bleibt. Bringt man dann das Becherglas zum vorsichtigen Erhitzen auf die Lampe, so sieht man an der Lichtbrechung der untersten Schichte, daß zunächst diese allein erhitzt wird. Die erhitzten aufsteigenden Flüssigkeitstheile gelangen blos bis zur nächsten Schichte und kehren dann um, um blos in der untersten Schichte zu circuliren, erst später zeigt sich, daß die Erwärmung in der zweiten Schichte eintritt, noch später in der dritten u. s. w. Auf diese Art kann es geschehen, daß in der untersten Schichte die Siedehitze schon längst überschritten ist, während in der obersten noch die ursprüngliche Temperatur herrscht. Werden sodann durch eintretendes Sieden oder durch Umrühren die Schichten unterbrochen, so kann kalte Flüssigkeit in den untersten Theil des Becherglases gelangen, und die Wirkung davon ist gar manchem Chemiker bekannt, denn das Glas zerspringt. Es läßt sich nun zeigen, daß an der Grenze solcher Schichten eine wirkliche Flächenwirkung besteht. Man kann nämlich folgenden Versuch machen. Man kocht einen fein vertheilten Körper, z. B. Graphit mit einer verdünnten Salzlösung und ebenso mit einer zweiten von einem anderen Salze, also z. B. Chlorkalium und Chlornatrium.

Diese zwei Graphit-Suspensionen schichtet man nun abwechselnd in einem Becherglase über einander, so daß man eine größere Anzahl von Schichten erhält. Nach einiger Ruhe setzt sich der Graphit an der Grenze je zweier Schichten ab und macht dieselben für das Auge leicht kenntlich, als unterste Schichte jedoch muß man eine Salzlösung ohne Graphit anbringen.

Diese Anordnung erträgt nicht unbedeutende Schwankungen des Gefäßes, ohne daß die Graphit-Schichten zerreißen. Bringt man ein solches Gefäß auf eine mäßige Wärmequelle, z. B. in ein Ölbad, so kann man leicht beobachten, wie die Erhitzung und Circulation in jeder Schichte gesondert eintritt, und nur allmählig von unten nach oben sich fortpflanzt. War es gelungen, die Erwärmung ohne Störung der Schichten bis oben fortzupflanzen, so tritt endlich das Sieden mit explosionsartiger Heftigkeit ein.

7. Die Schichtenwirkung.

Denkt man sich nun in einem am Boden erwärmten Gefäße recht viele solcher Schichten über einander, so begreift man, daß in den

untersten Schichten eine bedeutende Überhitzung eintreten und daß Siedeverzüge entstehen können, deren Stärke mit der Anzahl der Schichten wächst. Dabei ist es indessen nicht nothwendig, daß die Flüßigkeit der einzelnen Schichten ihre Dichteunterschiede einer Salzlösung verdanke; diese Verschiedenheit der Dichte kann vielmehr schon entstehen, wenn ein fein vertheilter Körper in einer homogenen Flüssigkeit vertheilt ist, wenn wir also eine Suspension, und zwar in einem bestimmten Zustande vor uns haben. Es ergibt sich dies schon aus einer theoretischen Betrachtung.

Jedes Theilchen eines fein vertheilten Körpers verdichtet nämlich die angrenzende Flüssigkeit, theils in Folge der Cohäsion, welche nicht blos an der freien Oberfläche, sondern an jeder anderen Grenzfläche die Flüssigkeit verdichten muß; theils auch in Folge der Adhäsion, welche zwischen der Flüssigkeit und dem suspendirten Körper stattfindet. Bei Wasser und Sand ist diese Verdichtung durch Jungk's Versuche nachgewiesen, welche unter 4° C. eine Erniedrigung, über 4° aber eine Erhöhung der Temperatur im Wasser constatiren, und schon früher hatte man eine solche Verdichtung angenommen, um zu erklären, daß die festen Körper im fein vertheilten Zustande eine größere Dichte zeigen, wenn dieselbe durch Eintauchen in Wasser bestimmt wird.

In Salzlösungen bewirken fein vertheilte Körper eine noch größere Verdichtung als im Wasser, indem wahrscheinlich die Adhäsion derselben zum Salze einen anderen Werth hat als zum Wasser. Läßt man einen fein vertheilten Körper mit einer Salzlösung längere Zeit in Berührung, so ist deren Dichte und Siedehitze eine andere geworden. Mit dieser Thatsache kommt die Schwierigkeit, mit der manche Niederschläge auszuwaschen sind, eben so gut wie die Förderung, welche die Krystallisation gelöster Stoffe durch eingetauchte feste Körper, namentlich durch pulverförmige erfährt.

Offenbar wird die eben besprochene Verdichtung um jedes Körpertheilchen um so stärker sein, je grösser seine Oberfläche ist, im Vergleiche zu seiner Masse, um so stärker also, je kleiner das Körperchen ist, und je mehr sich seine Form der Plättchenform nähert. Wie ist nun die Dichte einer Flüssigkeit beschaffen, in welcher sich ein fein vertheilter Körper befindet, welchem man die nöthige Ruhe ließ, damit er sich nach der Feinheit seiner Theilchen absetzen konnte?

Es ist klar, daß in jeder Schichte des abgesetzten Körpers die Flüssigkeit auf andere Weise verdichtet ist. Wir haben also neben den Schichten des Niederschlages auch Schichten der Flüssigkeit, in welchen die mittlere Dichte von unten nach oben wächst. Übrigens hängen alle diese Schichten netzartig mit einander zusammen und dieses ganze Schichtennetz setzt, abgesehen von seinem Gewichte, jeder von unten oder aus seinem Innern auftretenden Kraftentwicklung einen bestimmten Widerstand entgegen, also auch der Dampfbildung durch eine daselbst angebrachte Wärmequelle; dies zeigt auch das Experiment.

Bringt man z. B. in einen Glaskolben einige Zoll hoch Wasser von gewöhnlicher Temperatur, mit etwa drei Procent eines fein vertheilten Körpers, wie gepulverte Kreide, kohlensaure Magnesia des Handels u. dgl., und bringt man darunter, nachdem sich der Niederschlag gesetzt hat, eine Flamme an, so zeigt sich, daß in der untersten Schichte fast sogleich das Kochen des lufthaltigen Wassers eintritt, während das Thermometer in den obersten Schichten noch keine Temperaturserhöhung andeutet. Die ausgeschiedenen, mit Dampf erfüllten Luftblasen bleiben im Schichtennetze hängen, und nur allmählig verbreitet sich die Wärme bis zur Oberfläche; ist hier die Siedehitze nahezu erreicht, am Boden aber eine nur 3° höhere Temperatur eingetreten, dann tritt meist plötzlich ein schäumendes Sieden ein, und der größte Theil der Flüssigkeit wird aus dem Gefäße gedrängt. Letztere Erscheinung ist bei manchen feinen Körpern selbst dann schwer zu vermeiden, wenn durch Umrühren, oder durch eine passende Erwärmungsart die Flüssigkeit in Bewegung erhalten wird. Die Gegenwart eines lufthaltenden Körpers in einer erhitzten Flüssigkeit kann also bewirken, daß an ihrer höchsten und tiefsten Stelle ein Temperatursunterschied von 60 — 80° eintritt, ohne daß die Flüssigkeit in Bewegung geräth; ist dagegen die ganze Flüßigkeit nahe der Siedehitze, so genügt schon ein geringer Temperatursunterschied von etwa 3°, um mit Durchbrechung der Schichten die ganze Flüssigkeit ins Sieden zu bringen.

Macht man den gleichen Versuch mit einer Suspension, welche vorher durch längeres Kochen von der Luft befreit wurde, so weicht die Erscheinung in so ferne von der obigen ab, daß nun auch bei hoher Temperatur der Flüssigkeit eine grosse Differenz in der Temperatur ihrer tiefsten und obersten Schichte eintreten kann. Hat man in

einem Glasballon ausgekochtes Wasser und darin etwa 3 Pct. eines luftfreien Niederschlages, so zeigt sich derselbe weit lockerer, und er nimmt beim ruhigen Absetzen einen größeren Raum ein als der lufthältige, aber beim vorsichtigen Erwärmen im Ölbade oder durch eine andere nicht zu heiße Wärmequelle, tritt die Dampfbildung in der untersten Schichte weit später, d. h. bei einer weit größeren Überhitzung auf, wie beim lufthältigen Niederschlage, und das endliche Eintreten des Siedens ist von explosionsartigen Erscheinungen begleitet, wenn nämlich die Flüssigkeit genügend durchwärmt und die Luft möglichst abgehalten war. Übrigens ist vollkommene Ruhe die Bedingung für das Auftreten dieser Erscheinung. Gefahrlos ist noch das Experimentiren mit kleineren Mengen von Niederschlägen bis zu etwa 1 Pct. der Flüssigkeit — und mit kalten Flüssigkeiten; mit einem Thermometer mit kleiner Kugel kann man leicht Überhitzungen der untersten Schichte von 5—10° über den Siedepunkt beobachten, bei kalten Flüssigkeiten tritt das Explodiren der untersten Schichte mit einem Knall auf, indem der Niederschlag in die kalte Flüssigkeit hineingeschleudert wird. Derlei Erscheinungen kennt jeder Chemiker zur Genüge. Es ist hinreichend auf deren Ursachen hinzuweisen, welche oft nur deßhalb unbeachtet bleiben, weil man sich an die Erscheinung selbst gewöhnt hat. Indessen habe ich auch heftigere Explosionen in Folge von Schichtenwirkung beobachtet. Zwei derselben traten bei einer Arbeit des Ritter v. Fridau über Wallrath im Laboratorium des Joanneums zu Graz ein, als von den alkoholischen Lösungen der fettsauren Barytsalze der Alkohol in einem grossen Glaskolben im Wasserbade abdestillirt wurde, und schon die ganze Flüssigkeit mit ausgeschiedenen Salzen erfüllt war. Die Explosionen traten erst ein, nachdem das Feuer unter dem Wasserbade schon ausging, und sich Niemand in dem sehr ruhig gelegenen Locale befand. Der ganze Inhalt des Glaskolbens war ähnlich wie durch einen Schuß aus einem Gewehr an die etwa 18′ hohe Decke geschleudert worden.

Aus dem Wasser der Dampfkessel scheiden sich beständig unlösliche Stoffe aus, entweder in der Form von Kesselstein, oder in der Form eines feinen Schlammes und nebstdem wird das Wasser je nach der Qualität des Speisewassers eine mehr oder weniger concentrirte Lösung verschiedener Salze. So oft nun dem Kessel die nöthige Ruhe geboten wird, wird sich der feine Schlamm zu einem Schich-

tennetz gestalten, und wenn die Erwärmung andauert, gar häufig Gelegenheit zu kleinen Detonationen geben, in seltenen Fällen hingegen können auch die Bedingungen so günstig zusammenwirken, daß die Explosion die Festigkeit der Kesselwände übersteigt.

Die bisher beschriebene Schichtenwirkung ist mit einer vielfachen Oberflächenwirkung zu vergleichen, letztere kann in vielen Fällen noch hinzutreten, wenn z. B. eine noch so dünne ölige Schichte auf dem Wasser oder eine Schichte condensirten Wassers auf einer Salzlösung sich bildet.

Die Schichtenwirkung wird durch jede Bewegung in der Flüssigkeit gestört, oder wenn diese Bewegung von der untersten Schichte sich bis zur Oberfläche erstreckt, ganz aufgehoben, und eine derartige Störung wird natürlich um so leichter eintreten, je mehr bereits die Flüssigkeit erhitzt worden ist. Andererseits stellt sich das Schichtennetz leicht wieder her, wenn die Dampfbildung durch vermehrten Druck, also z. B. durch Absperren des Dampfrohres beim Dampfkessel unterbrochen wird, oder wenn man die Erwärmung entsprechend abändert, oder auch, wenn auf der siedenden Flüssigkeit sich leicht eine Schichte von Öl, condensirtem Wasser u. s. w. herstellen kann.

Sehr bemerkenswerth ist es indessen, daß das Sieden, wenn einmal das Schichtennetz durchbrochen ist, durch den suspendirten Körper nicht etwa behindert, sondern im Gegentheile sehr befördert wird. Professor Krischek hat darüber folgenden Versuch angestellt. In einem Glaskolben von tadelloser Innenfläche wurden etwa 18 Unzen reinen Wassers eine halbe Stunde im Sieden erhalten, die Flamme eines kleinen Gasbrenners war seitlich am Kolben angebracht; ein empfindliches Thermometer zeigte über der Oberfläche 99°, unter der Oberfläche aber, und zwar 2 Zoll über dem Gefäßboden 100·3°, nämlich 1·3° über dem Siedepunkte des Dampfes. Strahlende Wärme war theils durch die Höhe der Flüssigkeit, theils dadurch abgehalten, daß der Kolben nicht auf einem Metallfuße stand, sondern frei schwebend durch eine Holzzange gehalten wurde. In einem zweiten Kolben wurden $^1/_2$ Unze feine kohlensaure Magnesia mit vielem Wasser eben so lange im Sieden erhalten und sodann in 20 Portionen in das Wasser des ersten Kolbens eingetragen. Bei der ersten Portion entstand ein starkes Aufbrausen des Wassers und das Thermometer fiel sogleich auf 99·9°, also um 0·4°; der fein ver-

theilte Körper, der nur etwa $^1/_{20}$ Pct. der Flüssigkeit betrug und sie ganz erfüllte, unterhielt nun ein ganz ruhiges Sieden derselben. Bei der zweiten Portion fiel das Thermometer noch um 0·2°; bei der dritten noch um 0·1°; beim Zusatz der ferneren 17 Portionen fiel das Thermometer nicht mehr, sondern es trat mit der Zunahme des fein vertheilten Körpers ein kleines Schwanken um kaum 0·1° ein. Zugleich war ein so starkes Schäumen wie bei einer Seifenlösung aufgetreten, wie das bereits oben beim Sieden der Suspensionen erwähnt und für einen Beweis der Zähigkeit der Schichten angesehen wurde. Bei Anwendung von Kreide konnten kleinere, bei Graphit mußten etwas grössere Portionen angewendet werden, um den nämlichen Erfolg zu erzielen. Ähnlich verhält sich Kohlenasche, der schlammige Rückstand von der Destillation des Brunnenwassers etc. Man kann also mit geringen Mengen fein vertheilter Körper die Siedehitze des ausgekochten Wassers um 0·7° herabstimmen, so daß dieselbe nur noch 0·6° über dem Siedepunkte des Dampfes steht; wahrscheinlich deßhalb, weil dieselben auch die strahlende Wärme, welche sonst einen grösseren Weg im Wasser machen würde, rasch auf das letztere übertragen. Vermehrt man den fein vertheilten Körper über 3 — 5 Pct., so tritt wieder ein Steigen der Siedehitze und ein Schwanken derselben ein, weil sich durch die geringere Beweglichkeit der Suspension locale Schichtennetze bilden.

Aus dem Gesagten folgt nun, daß die Gegenwart fein vertheilter Körper in einer siedenden Flüssigkeit eben so gut das Sieden erleichtern, als durch Bildung eines Schichtennetzes dieselben verzögern können; das letztere nämlich tritt ein bei entsprechender Erwärmung und wenn der Flüssigkeit die nöthige Ruhe vergönnt ist. Jeder Siedeverzug aber bewirkt eine entsprechende Ansammlung von Wärme, wodurch ein explosionsartiges Aufsieden entstehen wird, sobald durch irgend eine Veranlassung die Schichten durchbrochen werden.

Was unter der entsprechenden Erwärmung zu verstehen sei, und welchen Einfluß überhaupt eine verschiedene Anordnung der Wärmequelle ausübe, wird aus der folgenden Erörterung hervorgehen.

8. Der Flüssigkeitsdruck *H*.

Die Oberfläche einer Flüssigkeit wird am leichtesten gestört werden, wenn ihre Ausdehnung im Vergleich mit der Masse am

größten ist; wenn also ihre Höhe im Siedegefäße am kleinsten ist. Dies würde voraussetzen, daß man sich recht breiter und niedriger Gefäße zu bedienen habe. Allein nur selten ist es möglich dieser Forderung zu genügen; denn Retorten und Kolben von Glas lassen sich schwer in jene Form blasen, und Dampfkessel müssen der Festigkeit wegen kreisrund sein. Wir müssen somit den Höhendruck einer siedenden Flüssigkeit berücksichtigen.

Kennt man das specifische Gewicht der Flüssigkeit, so kennt man auch ihren Druck in verschiedener Tiefe; und die Erhöhung der Siedehitze im Wachsen der Tiefe läßt sich nach dem Einflusse des Dampfdruckes berechnen. So findet man bei Wasser, daß in den Tiefen von 3″, 6″, 2′ und 4′ die Siedehitze von 100° — bei 1 Atom — erhöht wird, um 0·4°, 0·7°, 2·3° und 4°, oder die Siedehitze von 160·2° — (bei 6 Atm.) — wird erhöht um 0·05°, 0·09°, 0·45° und 0·7°. Diese Erhöhungen würden natürlich mit Hinzurechnung der Oberflächenwirkung wirklich eintreten, und sogar noch bis zum Sieden vermehrt werden, wenn nicht die Ausdehnung des Wassers noch früher ein Steigen desselben verursachte. Dieses Aufsteigen bewirkt die bekannte Circulation einer erwärmten Flüssigkeit, die man durch leichte suspendirte Körperchen beobachten kann. Die Kraft des Aufsteigens hängt von der obigen Erhöhung der Siedehitze ab; und ist sie bei einer Atm. noch groß genug, so muß sie bei 6 Atm. schon sehr schwach sein und schon durch kleine Hindernisse gehemmt werden. Betrachten wir zuerst den gewöhnlichen Fall, daß Wasser bei gewöhnlichem Luftdruck zum Sieden gebracht werde. An der heißesten Stelle der Gefäßwände entstehen so heiße Wellen, daß sie entweder sofort Dampfblasen bilden, oder erst dann wenn sie aufsteigend unter kleinerem Druck, d. h. an die Stelle der entsprechend niedrigeren Siedehitze gelangen. Indem nun die Dampfblasen die heißen Wellen mit sich reißen, tragen sie das Meiste zu einer kräftigen Circulation bei.

Ob dies aber mehr oder weniger vollkommen geschieht, hängt offenbar von der Anbringung der Wärmequelle ab.

Wird die Wärmequelle an einer Seitenwand des Gefäßes angebracht, so haben von hier die heißen Wellen und Dämpfe nur einen kleinen Weg zurückzulegen, um die Oberfläche durchbrechend sich über dieselbe hinzugießen, und nachdem sie fast ihren ganzen Wärmeüberschuß in Dämpfen ausgeströmt haben, an der entgegen-

gesetzten Wand hinabzusteigen und endlich wieder zur Heizstelle zu gelangen. Es entsteht damit die einfachste und deßhalb kräftigste Strömung, und die Oberfläche bleibt immer offen, oder ist doch leicht wieder zu öffnen. Ich habe diese seitliche Erwärmung bei schweren und schäumenden Flüssigkeiten immer mit dem besten Erfolge angewendet. — Dünne und gutleitende Wände begünstigen begreiflich den Vorgang.

Bringt man die Wärmequelle an der tiefsten Stelle eines breiten regelmäßigen Gefäßes an, so haben die heißesten Wellen einen weiten Weg bis zur Oberfläche und können leicht, bevor sie selbe erreichen, mit minder heißen Wassertheilen sich mischen, und die in der Mitte aufsteigende Strömung muß sich gegen die Wände hin in viele kleine matte Strömungen theilen. Die Dampfbildung erfolgt minder günstig als im ersten Falle, doch können dünne, gut leitende Wände noch nachhelfen. Bei schmalen Gefäßen geschieht dasselbe, nur wird die Strömung leicht eine umgekehrte Richtung haben.

Eine dritte Art, die Wärmequelle anzubringen, ist die Anwendung eines Bades von Sand, Wasser, Öl, Dampf oder Luft. Hier werden alle Gefäßwände gleichmäßig und zugleich niedrig erwärmt, die schwache sehr verworrene Strömung geht in der Mitte abwärts oder hört sogar gänzlich auf. Siedeverzüge werden dadurch begünstiget.

Eine vierte Anbringung der Wärmequelle ist jene der Röhrenkessel, wo die metallenen Sideröhren mitten durch die Flüssigkeit geleitet werden. Es hängt von der Zahl, der Lage, dem Materiale und der Pflege dieser Röhren ab, ob ihre Wirkung sich mehr jener der ersten, zweiten oder dritten Anordnung nähert.

Die kupfernen Röhren der Locomotiven können sicherlich heiße Wellen und Dämpfe der nahen Oberfläche zusenden, während die tief gelegenen Eisenröhren eines stehenden Dampfkessels, wenn sie dick mit Kesselstein überzogen sind, nicht mehr wie Metall, sondern kaum so gut wie Porzellan die Wärme leiten. Indem der Kesselstein dadurch Siedeverzüge befördert, kann er auch zu Explosionen beitragen, nicht aber durch Erzeugung des Leidenfrost'schen Phänomens solche hervorrufen. Nur eine unvollkommene Bekanntschaft mit dem schönen Phänomen konnte es bei Dampfkessel-Explosionen in Verdacht bringen; denn es kann bei so großen Massen von Flüssigkeit gar nicht auftreten.

Denken wir uns nun im anderen Falle in einem Dampfkessel von 6 Atm. Spannung bei 160° siedendes Wasser, so wird es nur eine Überhitzung von wenigen Hunderttheilen oder Zehnteln eines Grades aufweisen und hiedurch allein keine Strömung erhalten, dieselbe wird nur durch Dampfblasen bewirkt, und kommt wieder zur Ruhe, wenn beim Absperren des Dampfrohres das Sieden aufhört. Es tritt nun ein Siedeverzug ein, der beim Wiederöffnen des Dampfrohres oder eines Ventils mit einer leichten Explosion endet. Befindet sich Schlamm im Kessel, so werden diese Explosionen stärker sein. Hier kann nur durch zweckmäßige Anordnung der Wärmequelle und durch Reinhaltung der Siedewände ein leichtes Sieden erzielt werden.

Die zum leichten Sieden nöthige Circulation wird also um so mehr beeinträchtiget, je schlechter die Zuleitung der Wärme, und je tiefer die Wärmequelle angebracht, und je höher und schmäler dabei das Gefäß ist, ferner je höher der Dampfdruck ist, und endlich je mehr Oberflächen- und Schichtenwirkung vorhanden ist. Ein eclatantes Beispiel, wie sehr ein tiefes Anbringen der Wärmequelle bei einem schmalen und hohen Gefäße den Siedeverzug begünstige, gibt der von Bunsen untersuchte Geysir; derselbe würde keine Explosionen zeigen, wenn seine Wärmequelle nicht an der Spitze, sondern an der Seite des Trichters angebracht wäre. Und wie gefährlich andererseits ein hohes schmales Gefäß mit Schichtenwirkung im salzigen Wasser werden könne, dafür haben wir wieder ein Beispiel an der bekannten Explosion des 8 Fuß hohen Vorwärmers vom Great-Eastern. Ohne Schichtenwirkung wäre diese Explosion schwerlich erfolgt. In beiden Fällen sehen wir zugleich den Siedeverzug durch eine allmählige und mäßige Wärme begünstigt. Somit beweisen die beiden Fälle, daß die Höhe der Flüssigkeit die Factoren des Siedeverzuges multipliciren könne, daß sie jedoch für sich allein keine Gefahr bringen.

Denken wir uns nun den seltenen Fall, daß alle ungünstigen Umstände zusammenwirken; ein Dampfkessel arbeite also bei $5\frac{1}{2}$ bis 6 Atm.; er sei zwar auf 18 Atm. geprüft, sei aber durch Abnützung nur noch für 10 Atm. tüchtig, also für einen Siedepunkt von 181·6°. Die Siedeflächen seien mit Kesselstein bedeckt, und die Wärmequelle sei ganz ungünstig angebracht, das schlammige Wasser enthalte schon einige Procent Salze, sein feiner Schlamm habe sich in regelmäßigen Schichten gelagert; auf dem Wasser habe sich eine dünne

Schichte Schmieröl und darüber noch eine Schichte condensirten Wassers gesammelt, und der Kessel befinde sich einige Zeit in vollkommener Ruhe — so ist es möglich, daß das Wasser von seiner Oberfläche bis zur Heizfläche stufenweise die Temperaturen von 165·3—193°, oder eine Mitteltemperatur von 180·3° zeigt. Eine kleine Erhöhung dieser Temperatur müßte den Kessel zerreißen, aber vielleicht an einer geschwächten Stelle, und durch den Riß würde der Dampf ohne Gefahr ausströmen. Dies geschähe aber nicht, sondern das Sicherheitsventil, weil das Manometer über 6½ Atm. zeigt, würde geöffnet. Durch diese Verminderung des Dampfdruckes würden die Oberflächen und fast gleichzeitig alle anderen Schichten durchbrochen, und der Dampf stürzte mit der ganzen Wucht der angesammelten Kraft in den Dampfraum und zerriße den Kessel, nicht an seiner schwächsten Stelle allein, sondern hauptsächlich im Dampfraume.

Mit dieser Auffassung stimmt die vielseitig constatirte Beobachtung überein, daß die meisten Explosionen der Dampfkessel dann erfolgten, als der Dampf von der Maschine abgesperrt, und das Feuer gemindert oder gelöscht, später aber das Sicherheitsventil geöffnet wurde. Die Minderung des Feuers unterbrach die Circulation des Wassers und setzte an die Stelle der raschen eine allmähliche Erwärmung, dadurch wurde eine regelmäßige Schichtenbildung möglich, und zugleich im Dampfraume Wasser condensirt, welches auf der salzigen Flüssigkeit sich ausbreitete. Sehr richtig bemerkt Dufour, daß durch eine solche Condensation im Dampfraume der Druck hier eben so vermindert werde, wie durch das Öffnen des Ventils. Daher sind auch noch jene Fälle hieher zu zählen, wo die Explosion ohne sichtbare äußere Veranlassung erfolgte.

9. Werth von Z; Wirkung elastischer Stöße.

Der Werth von Z ist abhängig von den Druckkräften $D + O + H$; durch die bewirkte Zusammendrückung wird proportional die Cohäsion der Flüssigkeit vermehrt. Nur ist in Bezug auf O zu bemerken, daß eine mehrfache Oberflächenwirkung, sowie die Schichtenwirkung nicht eine eben so vielfache Vermehrung des Druckes bedeuten; diese Kräfte wie auch zum Theile der Luftdruck wirken erst beim Entstehen der Dampfblasen, also mehr wie Schalen oder wie die

Wände des Dampfkessels, deren Festigkeit erst dann in Anspruch genommen wird, wenn sie von den Dämpfen gedrückt werden.

Nun kann aber *Z* eben so gut durch die Wärme, wie durch die Verdünnungen elastischer Stöße aufgehoben werden, wenn dieselben nämlich groß genug sind, um die flüssigen Moleküle über die Sphäre der Cohäsion hinaus zu treiben. Am leichtesten wird dies an den heißesten Stellen der Flüssigkeit geschehen. Ist aber eine Dampfblase einmal gebildet, so werden die folgenden Verdichtungen der Stöße von ihren Grenzen zum Theile reflectirt, und sie wird daher nur wieder verschwinden, wenn sie beim Aufsteigen an eine zu kühle Stelle gelangt. Folglich können Siedeverzüge durch elastische Stöße gestört oder verhütet werden, sie müssen aber um so stärkere Verdünnungen bewirken, je größer der Werth von *Z* und je kleiner der schon entstandene Siedeverzug ist.

Es ließen sich viele Versuche für diese Wirkung elastischer Stöße anführen. Erwärmt man z. B. eine gesättigte Lösung von Kohlensäure in Wasser recht behutsam um einige Grade, so braucht man das Gefäß nur anklingen zu lassen, um das Sieden hervorzurufen. Oder erhitzt man in einem Becherglase klares Wasser bis zum schwachen Sieden, so kann man durch Anklingen mit einem Glasstabe, den man vorher in die Flüssigkeit gestellt hat, den Ort bestimmen, wo die Gasblasen entstehen sollen; und dieser Siedeort folgt dem Stabe, wenn man diesen tönend an der Wand des Gefäßes herumführt.

Elastische Stöße wirken auch im entgegengesetzten Sinne durch ihre Verdichtungen, wenn es sich nämlich bei einer Übersättigung von Lösungen darum handelt, die festen Körper auszuscheiden. Statt vieler Beispiele will ich nur ein den Chemikern bekanntes hübsches Experiment anführen. Wenn man nämlich in einer großen Menge Wassers eine kleine Menge der unlöslichen phosphorsauren Ammoniakmagnesia erzeugt, so scheidet sich selbe sehr langsam aus; wenn man nun mit einem Glasstabe beliebige Linien im Gefäße durch tönendes Andrücken zieht, so sind nach einigen Stunden diese Linien mit Krystallen bedeckt.

Die Wirkung elastischer Stöße auf das Sieden wird um so größer sein, je größer die Spannkraft der entstehenden Dämpfe ist, sie wird also beim Äther größer sein als beim Wasser, bei diesem größer als bei Quecksilber etc.

Für Lösungen gilt dasselbe, und die Regel dafür ist in der oben aufgestellten Formel

$$\frac{e}{D} M' > My$$

zu suchen.

Hiernach werden die Lösungen permanenter Gase am leichtesten zum Sieden gebracht, weil bei ihnen der Werth von e sehr groß, und die Wirkung von Druckkräften auf ihre Löslichkeit unmerklich ist. Indessen spielen permanente Gase eine doppelte Rolle beim Sieden. Wird z. B. lufthaltiges Wasser erhitzt, so siedet die aufgelöste Luft bei 80—85°, bei etwa 100° entwickeln sie sich nicht mehr aus dem Innern der Flüssigkeit, sondern nur noch von den Wänden des Gefäßes die Dampfblasen, aber diese enthalten noch immer kleine Mengen von Luft. Allein während vorher der Formel gemäß der Stickstoff vor dem Sauerstoff entweichen mußte, so ist es jetzt umgekehrt, und die letzte Menge von Luft, welche mit den Dämpfen fortgeführt wird, besteht aus Stickstoff. Die Luft, welche sich bei dem zweiten Sieden entfernt, stammt von den Wänden des Gefäßes, denn die Luft haftet an festen Körpern mit solcher Hartnäckigkeit, daß sie vom Wasser selbst nach wochenlanger Berührung nicht entfernt, sondern nur durchs Sieden verdrängt wird. Hatte man in das siedende Wasser des Versuches einen lufthaltenden Körper wie Holz oder Kork gebracht, und mittelst eines Drahtes frei in das Wasser gestellt, so unterhalten zuletzt diese Körper allein das Sieden, und zwar durch lange Zeit. Auch hier entfernt sich der Stickstoff zuletzt. Dufour beobachtete, daß auch der Wasserstoff gegenüber dem Sauerstoff das Sieden weit länger unterhalte.

Demnach scheint es, daß die verschiedene Wirkung dieser Gase von ihrer Löslichkeit im Wasser abhänge. Die Löslichkeit von Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff verhält sich nämlich wie 37 : 25 : 20.

Der Sauerstoff wird daher früher als Stickstoff und Wasserstoff den festen Körpern, an denen sie mit großer Kraft adhäriren, vom Wasser entrissen und zur Dampfbildung verwendet. Mittelst des am Drahte befestigten Korkes oder auch mittelst schwimmender Kohlensplitter kann man sich auch überzeugen, daß dieser Vorgang nämlich das Entwickeln der Dampfblasen nur in der heißesten Strömung der Flüssigkeit stattfindet und unabhängig ist von dem Drucke, welchen O oder H ausüben könnte.

Aus dem Gesagten erklärt sich, daß es an geräuschvollen Orten der elastischen Stöße wegen schwer ist, starke Siedeverzüge hervorzurufen, und daß der Luftgehalt aller Flüssigkeiten auch an ganz ruhigen Orten ein Hinderniß bildet, um z. B. beim Wasser den größtmöglichen Siedeverzug zu beobachten, und daraus dessen Oberflächenwirkung zu berechnen.

Will man das Sieden einer Flüssigkeit durch Einführung eines Luftvorrathes befördern, so bediene man sich der oben erwähnten schwingenden Röhren oder eines Siedeschwimmers; derselbe besteht in einer zolllangen Glasröhre, an welche eine Kugel angeblasen ist, und deren zweites Ende man in eine feine Spitze auszieht; dieser Schwimmer hält lange an, befindet sich jedoch gewöhnlich in der absteigenden Strömung. Einen ähnlichen Dienst verrichten oft Splitter, Spalten und ähnliche Fehler der Gefäße, welche Luft bergen können; aus Glasgefäßen kann man solche Fehler meist durch Salzsäure entfernen.

Das Sieden von Lösungen condensirbarer Gase bedarf stärkerer Stöße. Denn zufolge $\frac{e}{D} M' > My$ ist die Lösung um so schwerer zu zersetzen, je leichter sich das Gas comprimiren läßt, und je größer y und der darauf lastende Druck ist; es treten also bei solchen Lösungen, wenn sie dem Drucke unterworfen sind, leicht starke Siedeverzüge ein, welche bei plötzlicher Entfernung des Druckes Explosionen geben.

Hierher kann man die bekannte Kohlensäure-Explosion des Karlsbader Strudels im Jahre 1809 rechnen, die eine Folge von ausgeschiedenen Kalksalzen und behinderter Gasausströmung war. Gar manches Erdbeben und die Eruption der Schlammvulcane kann man auf gleiche Weise erklären; und selbst andere Vulcane, welche Lava und Asche auswerfen, verdanken ihre Kraft einer ähnlichen Erscheinung, nur muß man an die Stelle des Wassers geschmolzene Silicate setzen und als comprimirte Gase Kohlensäure, schweflige Säure und Wasserdämpfe sich denken.

Ich will noch eines Siedeverzuges von flüssigem Ammoniak gedenken, welcher bei meinen chemischen Arbeiten vorkam und ebenfalls mit einer Explosion endigte. Ich hatte nämlich den Plan, die dem Schwefelcyan-Schwefelallyl-(Senföl) analogen Verbindungen der anderen organisirten Radicale aufzusuchen. Nach dem damaligen Stande der Chemie, es war 1853 — hatte ich vorher zu entscheiden, ob nicht

die gleich zusammengesetzten Sulfamide der betreffenden Säuren, selbst schon diese Senföle seien.

Ich begann mit dem Sulfovaleramid, und versuchte die Bereitung des Valeramids durch Kochen des Valerianäthers mit Ammoniakflüssigkeit. In einem Kolben befanden sich etwa 6—7 Unzen Ammoniakflüssigkeit und darüber die 4—5 Linien hohe ölige Schicht des Äthers. Der Kolben war auf dem mit Schutzblech versehenen Tischchen der Berzelius-Lampe auf gewöhnliche Art mit dem Liebig'schen Kühler, und dieser mit einer Vorlage mit etwas Wasser in Verbindung gesetzt. Ich hatte den Versuch schon bis zum Abdestilliren des Äthers ausgeführt und dabei eine kleine Menge eines krystallisirten Körpers erhalten, den ich für Valeramid halten konnte. Da ich mit beschränkten Mitteln arbeitete, so konnte ich keinen bessern Weg einschlagen, und wiederholte daher denselben Versuch mit der Abänderung, daß ich die Flamme verkleinerte, um das Ammonik länger auf den Äther einwirken zu lassen. Der Versuch hatte schon einige Zeit gewährt, als sich kleinere Siedepausen und endlich eine große Pause von 8—10 Secunden einstellte. Eben wurde ich besorgt um meinen Valerianäther (den Gedanken an eine persönliche Gefahr bei der mit solcher Leichtigkeit siedenden Ammoniakflüssigkeit würde ich abgewiesen haben, wenn er gekommen wäre), als ich einen zackigen Bruch am Halse des Kolbens, wo dieser von einem Metallringe gehalten wurde, erblickte, zugleich einen dumpfen Knall hörte, und einen Schlag im Gesichte fühlte. Durch die Explosion war der Lampentisch niedergebeugt, die Öffnung des Kolbens gegen mich gerichtet, und während die Ammoniakflüssigkeit zerstäubte, der Äther auf meine etwa 3 Fuß entfernten Augen geworfen worden. Das rechte Auge wurde durch den Stoß zerdrückt, das linke ging durch die folgenden Entzündungen verloren, weil der Äther sich über das ganze Gesicht bis in den Rachen ergossen hatte. Ich hatte jedoch nur Ätzwunden, keine Brandwunden, wiewohl die Siedehitze des Ammoniaks durch die Destillation und den Siedeverzug auf 80° gestiegen sein mochte, darauf will ich weiter unten zurückkommen. Die Heftigkeit der Explosion ergibt sich daraus, daß vom Glaskolben nicht ein linsengroßes Stückchen aufzufinden war und die Lampe selbst durch den elastischen Rückstoß 10 Schritt weit ins Local geschleudert worden war. Ich war ganz ruhig vor dem Apparat gestanden, in den angrenzenden Localitäten befand sich Niemand, und nur im Locale oberhalb wurde

eine Vorlesung gehalten. Der Flächendruck bei dem Versuche war jener vom Ammoniak und vom Äther, und vielleicht noch von einer dünnen Wasserschichte, welche sich auf dem Äther condensirt haben konnte; der Luftdruck war vermehrt durch die 4—5‴ hohe Ätherschichte und durch drei Capillartropfen im Kühler, zusammen etwa 1½ Zoll Wasserdruck.

Eine andere Explosion des Ammoniaks hat Dr. F. Ullik bei dessen Bereitung aus Salmiak und angefeuchtetem Kalkhydrat in einem Glasgefäße, welches im Sandbade erwärmt wurde, beobachtet.

10. Siedepunkt und Siedehitze.

Oben wurde gesagt: wenn die in der Siedegleichung angesetzten Bedingungen erfüllt sind, so tritt das Sieden mit Nothwendigkeit ein, sobald neue Wärme zugeleitet wird. Die neu zugeleitete Wärme wird nämlich nach der in Nr. 4 ausgesprochenen Ansicht über Aggregatzustände zum Spalten der flüssigen Moleküle in die kleineren Dampfmoleküle verwendet, und ist daher wie die Schmelzwärme eine constante Größe.

Mit dem Werthe von W ist der obere Grenzwerth der Siedehitze erreicht; ihr unterer Grenzwerth liegt einige Zehntel Grade über dem Siedepunkte, unter welchem die Temperatur der Dämpfe zu verstehen ist, mit welcher sie D das Gleichgewicht halten.

Der untere Grenzwerth tritt ein durch die Einwirkung permanenter Gase, elastischer Stöße und fein zertheilter Körper bei intensiver Erwärmung. Im letzteren Falle erreicht man vielleicht an der Erhitzungsstelle den oberen Grenzwerth, sonst aber wird dieser nur bei vollkommener Ruhe herbeigeführt. Das Schichtennetz dürfte durch seine Zähigkeit geeignet sein, eine solche vollkommene Ruhe einer großen Menge von Flüssigkeit zu sichern, trotz der zahllosen elastischen Stöße, welche der Erdboden durch das nie ruhende Leben der Natur ausgesetzt ist. Hat sich nun in solcher Ruhe eine genügende Wärmemenge angesammelt, und den oberen Grenzwerth der Siedehitze erreicht, so kann nicht ein ruhiges Sieden, sondern es muß eine Explosion eintreten — wenn nicht einschließende Wände einen hinreichenden Widerstand entgegensetzen, denn das Sieden kann nicht ohne elastische Stöße und nicht ohne Schwächung von O und H vor sich gehen.

II. Die Explosionen.

Wäre der einfache Siedeverzug, wie Dufour meint, die ganze Ursache der Dampfkessel-Explosionen, so müßten dieselben außerordentlich häufig sein, auch ist die von ihm beobachtete Temperaturserhöhung von 3 ½ ° bei 1 Atm. nicht hinreichend einen Dampfkessel zu zerreißen, denn sie bedingt etwa eine Druckvermehrung von ⅛ Atm. und müßte bei höherem Dampfdrucke eher kleiner als größer ausfallen, wenn man aus seiner Tabelle Schlüsse ziehen darf. Bei mehrfacher Oberflächen- und Schichtenwirkung, wie sie bei Dampfkesseln eintreten muß, kann die Temperaturserhöhung viel bedeutender werden. Versuche liegen darüber jedoch nicht vor. Aber wie sich auch die Temperatur in einem Dampfkessel durch Schichtenwirkung erhöhen möge, schließlich ist es doch die Festigkeit seiner Wände, welche der angehäuften Kraft bis zum Momente des Zerreissens das Gleichgewicht hält. Daher müssen Dampfkessel, deren Wände durch Rosten und durch die Einwirkung des Feuers geschwächt sind, am leichtesten explodiren; dies ist auch wirklich der Fall, so daß viele Praktiker diesen Umstand allein als den Grund der Explosionen hinstellen. Allein man braucht nur die Wirkungen einer solchen Explosion gesehen, und nur oberflächlich ihre Gesammtwirkung geschätzt zu haben, um zu behaupten, daß die am Manometer abgelesene Kraft nur einen kleinen Theil der geschätzten Wirkungen erklären könne; aber auch dann, wenn man die Schichtenwirkung gelten läßt und die ganze Festigkeit eines unbeschädigten Dampfkessels als das Maß der im Wasser angestauten Kraft annimmt, so findet man die Wirkungen einer Explosion noch immer größer als diese. Derselbe Dampf, welchen man vergeblich bemüht war zu Wurfmaschinen zu verwenden, zerreißt die Röhren der Locomotiven wie Fäden, reißt ganze Gebäude zusammen und schleudert überdies Massen von hundert Centner Gewicht in große Entfernungen. Die Plötzlichkeit der Erscheinung, wie einige auch meinen, erklärt hier nichts; denn sie selbst ist keine Kraft.

Sieht man sich nach Analogien um, so stößt man bei den chemischen Explosionen auf ein ähnliches Räthsel. Versucht man es bei der Explosion von Schießpulver und Schießbaumwolle in Geschossen, oder bei Sprengungen die Gesammtwirkung aus der Menge und Spannkraft der entstehenden Gase zu berechnen; so findet man

auch hier die erstere zu groß, doch kann man sich hier noch mit der hohen Temperatur trösten, welche durch die zugleich stattfindenden chemischen Verbindungen entsteht und deren Höhe man nicht kennt. Eben so ist es bei der Explosion von Knallpräparaten Chlorkalk, Jodstickstoff etc. Wenn aber reine Chlorsäure und Chlorstickstoff explodiren, so trennen sich die Bestandtheile in Gasform, ohne eine gleichzeitige chemische Verbindung, also vielleicht ohne Wärmeerzeugung, und doch zeigen sich gerade hier die stärksten Wirkungen, denn eine Menge von 100 Kub.-Linien Chlorstickstoff in offener Schale, auf einem Tische stehend, kann dessen Platte durchschlagen, obwohl nur etwa eine Gaskugel von etwa 5 Zoll Durchmesser das Product der Explosion ist. Das Verhalten des Chlorstickstoffes ist überhaupt von ganz besonderem Interesse. Man kann diese Flüssigkeit bei 71° destilliren, und ihr somit eine große Wärmemenge beibringen, ohne daß das Gleichgewicht seiner Kräfte gestört wird. Aber diese Gleichgewichtslage geht schon bei gewöhnlicher Temperatur mit großer Heftigkeit in eine andere über, wenn man die Flüssigkeit mit einem über 100° erhitzten Körper, oder mit einem Stoffe berührt, der wie Phosphor, Terpentinöl etc. Affinität zum Chlor besitzt. Eine genügende Erklärung dafür ist schwer aufzustellen, indessen kann man sich die Sache auf folgende Art denken. Jeder Körper ist eine Gleichgewichtslage zwischen der Affinität und Cohäsion der Atome einerseits, und der Wärme, dem Lichte und der Elektricitätsbewegung andererseits. Die letzteren Kräfte wirken auf eine Trennung der Theile hin, die ersteren dagegen auf eine Annäherung. Die Cohäsion zwischen den Atomen der Elemente, die man Cohärenz nennen könnte, ist gegenüber ihrer Affinität zu Atomen anderer Elemente oft so groß, daß eine Verbindung zwischen ihnen nur auf Umwegen zu Stande kommt. So verbinden sich Chlor und Stickstoff nicht direct, weil ihre Affinität kleiner ist als ihre Cohärenzen. Hat man aber vorher z. B. den Stickstoff mit Sauerstoff verbunden, etwa mit Hilfe von Elektricität; hat man sodann den Sauerstoff durch Wasserstoff, der in *statu nascendi* selbst noch keine Cohärenz hatte, ersetzt und Ammoniak erzeugt, und behandelt man endlich eine Verbindung desselben mit Chlor, so verbindet sich dieses mit dem Wasserstoffe des Ammoniaks; dadurch verliert das Chlor seine Cohärenz und ein Theil desselben tritt an die Stelle des Wasserstoffes. So entsteht also Chlorstickstoff NCl_3 auf einem Wege, welcher die Cohärenzen von Chlor und Stick-

stoff aufhebt und hindert. Die Gleichgewichtslage des Chlorstickstoffes ist nicht ohne Stabilität, sonst könnte man ihn nicht auf 71° erhitzen, ihn verdampfen und seine Dämpfe bis 100° erhitzen. Aber noch stabiler muß die zweite Gleichgewichtslage sein, in die der Chlorstickstoff mit solcher Leichtigkeit übergeht, und in der beide Stoffe ihren Cohärenzen folgen; denn Cl und N können in Gasform noch so lange gemischt bleiben, ohne daß sie in NCl_3 übergehen. Die Cohärenzen beider Gase müssen demnach weit stärker sein als ihre Affinität. Allein die Heftigkeit der Explosion des Chlorstickstoffes erklärt sich daraus noch nicht; sie erklärt sich blos dann, wenn man annimmt, das Cl und N große Moleküle haben, bei deren Bildung mehr Wärme frei wird, als wenn sie ihrer Affinität folgen. Dies ist nur die Consequenz der schon üblichen Annahme, daß jede chemische Verbindung Wärme erzeugt. Wenn aber Wärme entsteht, wenn verschiedene Atome auf einander stoßen, warum sollte keine Wärme entstehen, wenn gleichartige Atome auf einander stoßen? Ferner wissen wir, daß Wärme verbraucht wird, wenn Cohäsion und Cohärenz aufgehoben werden; warum sollte dieselbe Wärmemenge nicht wieder frei werden, wenn die Atome durch Cohärenz wieder zu Molekülen vereiniget werden?

Die weitere Consequenz ist freilich die, daß die Wärme, welche wir bei chemischen Verbindungen messen, jedesmal nur die Differenz ist zwischen der Wärme, welche durch die Affinität entsteht, und jener Wärme, welche durch Aufhebung der Cohärenzen verbraucht wird. Diese Differenz kann nun groß oder klein ausfallen, oder sogar negativ werden, je nachdem die Affinität im Vergleiche zur Cohärenz groß oder gering ist, so z. B. wird bei der chemischen Verbindung von Cl und N mehr Wärme verbraucht als erzeugt. Das genaue Gegentheil aber findet bei chemischen Trennungen statt.

Die obigen Erklärungsgründe gelten indessen blos bei chemischen Explosionen. Bei physikalischen Explosionen, also z. B. bei denen der Dampfkessel, wo eine chemische Umsetzung nicht stattfindet, kann die Ursache nur in einer aus gewöhnlicher Wärmeansammlung gesucht werden, welche ihre ganze Kraft, sobald die Ursache der Ansammlung entfernt wird, zur plötzlichen Entwickelung kommt.

Als derartige Ursachen wurden oben nachgewiesen: Der äußere Druck, die Oberflächen- und Schichtenwirkung, der eigene Flüssigkeits-

druck, die Einwirkung gelöster Stoffe, und vor Allem die vollkommene Ruhe der Flüssigkeit und die Abwesenheit permanenter Gase.

Nebst der Wärme kommt dabei noch jene Kraft in Betracht, welche bei geschlossenen Gefäßen in der angespannten Elasticität der Wände sich anhäuft. Reißt nun die Wand des Gefäßes, oder wird das Ventil geöffnet, so wird jene Kraft frei, und kann so wirken, wie bei einem losgelassenen Pfeilbogen, indem nur ein Theil dieser Kraft zum Reißen der Wandung verbraucht wird.

Endlich ist noch ein Umstand zu berücksichtigen, der bei allen Explosionen eintreten und den Schlüssel geben dürfte, um ihre großen Wirkungen zu erklären. Wenn sich nämlich Wasser in Dampf vom gewöhnlichen Luftdrucke verwandelt, so nimmt es plötzlich mehr als den 1600fachen Raum ein; und seine kleinsten Theile werden in eine fast zwölffache Entfernung gebracht. Sind dieselben aber in der zwölffachen Entfernung angelangt, so haben sie eben ihre größte Geschwindigkeit erreicht und müssen über diese Entfernung hinausgehen bis jene Geschwindigkeit verbraucht ist, gerade so, wie der schwingende Pendel über seine Normallage hinausschwingt. Im nächsten Momente schon muß der Dampf wieder in sein normales Volum zurücktreten und deßhalb kann diese Erscheinung bei der allmähligen Dampfbildung des Siedens nur schwer beobachtet werden. Allein sie muß sich geltend machen wenn, wie bei Dampfexplosionen, plötzlich große Mengen von Dampf gebildet werden. Die Dämpfe, welche aus einem gesprengten Dampfkessel an die Luft treten, werden daher das Volum, welches sie bei 100° haben würden, weit überschreiten, und weit mehr bewegende Kraft äußern als aus diesem Volum berechnet wird. Dabei müssen sich die Dämpfe natürlich stark abkühlen, und indem sie Nebel bilden, alsbald einen leeren Raum verursachen, in welchen die Gegenstände stürzen können, welche beim ersten Stoße nach außen nicht o. tgeschleudert wurden. Gleich wie die bewegende Kraft eines Hammers, welcher das gehämmerte Eisen zum Glühen bringt, sich größtentheils in Wärme verwandelt, so verwandelt sich umgekehrt fast die ganze im Dampfkessel angehäufte Wärme beim Explodiren in bewegende Kraft. In den leeren Raum, welcher durch die Abkühlung des Dampfes entsteht, stürzt die umgebende Luft und verursacht durch diese einzige Schwingung den bekannten heftigen Knall. Man kann diesen Knall im Kleinen nachahmen, wenn man in einen mit einem Boden verse-

benen Cylinder den am Boden befindlichen Kolben rasch herauszieht, so daß die Luft in dem leeren Cylinder hineinstürzen kann. So wie hiebei kein Knall entsteht, wenn man den Kolben blos bis zum Rande herauszieht, so könnte auch bei einer Explosion kein Knall entstehen, wenn nicht durch das Überschreiten des normalen Volums durch die Gase ein luftverdünnter Raum entstände. Den letzteren aber durch Abkühlung mittelst Strahlung erklären zu wollen, würde absurd sein.

Übrigens ließe sich die Überschreitung des Gasvolums im Augenblicke der Explosion ohne Gefahr experimentiren, wenn man in einem Ballon, dessen Raum gemessen und luftleer gemacht ist, gewogene Mengen explosiver Stoffe zur Explosion brächte; ein Ventil in der Wand des Ballon ließe den Druck und eine Thermosäule die Temperatur erkennen, mit denen die Gase an der Ballonwand anlangen, während die entstandene Gasmenge aus dem Gewichte des Stoffes berechnet oder nachträglich gemessen werden könnte.

Mit dieser Ansicht einer Schwingung bei den Explosionen stimmt bezüglich der Abkühlung die oben erzählte Ammoniakexplosion; bezüglich der Rückschwingung stimmt damit das Aussehen der durch Kesselexplosionen bewirkten Zerstörung. Z. B. bei Locomotivkesseln sind die Enden zerrissener Röhren nicht nur nach außen, sondern auch wieder zurückgebogen. Eben so stimmen andere Erfahrungen damit überein, oft ist es nämlich bei sehr erhitzten Dampfkesseln noch ungefährlich den Kolben in Bewegung zu setzen, oder das Ventil ein wenig zu lüften, sobald man aber das Ventil ganz öffnet, tritt die Explosion ein, denn indem durch rasches Ausströmen des Dampfes Gelegenheit geboten wurde, daß plötzlich eine große Menge Wassers sich in Dampf verwandelte, trat die Explosionsschwingung ein und traf mit ihrer Wucht die Wände des Dampfraumes. Ist bei einem Dampfkessel eine starke Schichtenwirkung eingetreten und plötzlich aufgehoben, so wird der Dampf auch ohne Öffnen des Ventils mit solcher Wucht in den Dampfraum stürzen können, daß auch in diesem Falle ein Bersten des Kessels eintritt.

12. Schlußfolgerungen.

Aus der bisherigen Darstellung ergeben sich leicht die Regeln, welche man zu befolgen hat, um das Sieden verschiedener Flüssigkeiten zu erleichtern, die Siedeverzüge zu vermeiden und die Explo-

sion von Dampfkesseln und ähnlichen Siedeapparaten zu verhüten, diese Regeln werden folgende sein:

1. Man bringe die Wärmequelle unweit der Oberfläche an, entweder seitlich bei gewöhnlichen Koch- und Destillirgefäßen, oder mitten durch die Flüssigkeit, wie beim Röhrenkessel. Bei Circulationsfeuerungen ist die heißere Strömung des Feuers höher anzubringen.

2. Die Oberfläche der Flüssigkeit ist durch Stäbe oder Röhrenvorrichtungen, welche über dieselbe ragen, zu unterbrechen. Regelmäßige Erschütterungen sind vom Nutzen.

3. Man verhindere hauptsächlich die Schichtenbildung, indem man die feinen ausgeschiedenen Stoffe durch zweckmäßige Rührer in Bewegung setzt, oder indem man bei Dampfkesseln, durch richtiges Anordnen der Wärmequelle und durch Zwischenwände dem Strome eine solche Richtung gibt, daß die heißesten Wellen rasch die Oberfläche erreichen. Ist diese Strömung eine recht einfache, so gelingt es leicht, den Schlamm an einer ruhigen Stelle des Kessels anzusammeln und von Zeit zu Zeit zu entfernen. Die Röhrenkessel, die ihrer Vortheile wegen immer allgemeiner werden, haben diese ruhige Stelle unter den Heizröhren; somit kommt hier der Schlamm zum Theile aus dem Bereiche der heißesten Wände, und kann ganz unten in einer Rinne gesammelt und ausgeblasen werden. Noch zweckmäßiger würde es sein, das Speisewasser von jenen Stoffen zu befreien, welche beim Kochen sich ausscheiden.

4. Durch die ohnehin wohlfeile Reinigung des Wassers vermeidet man zugleich die Bildung des Kesselsteines, welcher die Metallwände nicht nur beschädiget, sondern auch Siedeverzüge befördert.

5. Da die meisten Dampfkesselexplosionen erfolgten, wenn entweder das Ventil geöffnet oder der Dampf in Thätigkeit gesetzt wurde, so liegt darin der Beweis für die Gefährlichkeit des jetzigen Sicherheitsventiles. In dem Schichtennetze hatte sich nämlich die Gefahr in der Form von Überhitzung angesammelt, und das Ventil konnte also davon nichts erfahren. Soll dasselbe den Erwartungen entsprechen, so muß es in die Nähe der Gefahr, und mit deren Ursache in Rapport gebracht werden. Beides erreicht man, wenn man das Ventil im Wasserraume anbringt und es mit einem Metallthermometer in Verbindung setzt, welches durch das überhitzte

Wasser reicht, und wenn die Überhitzung gefährlich wird, sich so weit ausdehnt, daß das Ventil mit Gewalt geöffnet wird. Das ausströmende überhitzte Wasser entfernt die Gefahr auch rascher und sicherer als der ausströmende Dampf.

6. Durch das Einleiten von Luft oder Wasserstoff wird das Sieden sehr erleichtert. Es kann dies durch die in Nr. 7 erwähnten Röhren oder durch den in Nr. 10 beschriebenen Schwimmer geschehen. In Dampfkesseln dürfte es ökonomisch sein, durch eine besondere Pumpe regelmäßig Luft einzupumpen, welche bekanntlich die Wärme besser verwerthet als der Wasserdampf.

7. Eine allzu große Höhe der Flüssigkeit ist dort zu vermeiden, wo die stärkste Erhitzung an einer tiefen Stelle geschieht; im Allgemeinen sind niedrige und breite Gefäße den hohen und schmalen vorzuziehen.

Es ist begreiflich, daß nicht alle diese Regeln zugleich angewendet werden müssen, sie müssen vielmehr je nach der Flüssigkeit, dem Gefäße und dem Zwecke des Siedens ausgewählt werden.

Eine andere Folgerung läßt sich aus obigem Lösungsgesetze und dem Verhalten der Lösungen beim Sieden machen. Es ist zwar richtig, daß reine chemische Verbindungen einen constanten Siedepunkt haben, aber das Umgekehrte ist falsch, denn auch Molekülverbindungen können einen constanten Siedepunkt haben. Somit wäre der Schluß von einem constanten Siedepunkte auf die chemische Reinheit eines Stoffes unrichtig, was auch bereits von mehreren Seiten ausgesprochen wurde. Überdies verhalten sich die Gemenge oder Lösungen nicht bei jedem Drucke und bei jeder Temperatur auf gleiche Weise, denn man erhält ganz verschiedene Destillate, wenn man dieselbe Lösung bei verschiedenem Drucke und in verschiedener Wärme fractionirt, daher dürfte eine Vorrichtung den Chemikern vom Nutzen sein, welche Druck und Temperatur bei der Fractionirung abzuändern gestattet. Diese Vorrichtung, welche man Fractionator nennen kann, besteht in einer 3—4 Fuß langen Glasröhre, an welcher unten eine Kugel angeblasen ist, um die zu fractionirende Flüssigkeit aufzunehmen. Die Röhre selbst ist in 3- und 1zölliger Entfernung fast rechtwinkelig gebogen, so daß sie in ein ähnliches Zickzack sich umwandelt, wie die Haar- und Schattenstriche beim Schreibenlernen zeigen. Das andere Ende ist dünn ausgezogen, um nach Bedarf die Luft auszupumpen, Wasserstoff ein-

zuführen u. s. w. und dann zuzuschmelzen. Beim Gebrauche stellt man den Fractionator schief, bringt am oberen Ende eine Kühlung, an der Kugel aber eine Wärmequelle an. Je nachdem man nun die Differenz zwischen Kühlung und Wärmequelle groß oder gering macht, die Luft auspumpt oder durch ein Gas ersetzt, oder je nachdem man die Destillation durchs Sieden oder langsames Abdampfen bewirkt, hat man es in seiner Gewalt Druck und Siedehitze beliebig abzuändern. Zugleich fließen die Destillate aus den Knien beständig zurück und werden, da sie neuen Dämpfen begegnen, wieder und wieder destillirt, so daß man hier durch eine einzige Destillation so viel erreicht, wie sonst durch 20—30 einzelne Destillationen. Ich hatte z. B. die Rückstände vom käuflichen Methylalkohol auf solche Weise behandelt, und dabei zwei Flüssigkeiten erhalten, welche mit Jodphosphor und Ammoniak behandelt, zwei krystallisirende Basen gaben, deren weiteres Studium jedoch so wie die Beendigung der vorliegenden Studien durch den oben erzählten Unglücksfall unmöglich wurde.

Beiträge zur Kenntniß des Hühnereies.

Von Dr. S. Stricker.

(Mit fünf Abbildungen.)

Mit Beziehung auf die von Gegenbauer (Archiv f. Anat. und Phys. 1861) entworfene historische Darstellung über die Frage der Deutung des Vogeleies brauche ich, um die geschichtliche Seite dieser Frage bis auf den heutigen Tag zu ergänzen, nur mehr die Resultate, zu welchen Gegenbauer (l. c.) selbst gelangt ist, denjenigen gegenüber zu halten, welche Klebs (Virchov's Archiv 1863, 2. Folge, 8. Bd.) der Öffentlichkeit übergab. Nach Gegenbauer „ist der gesammte Dotter des Vogeleies als ein kolossaler Zellenleib zu betrachten, welcher zu besonderen Zwecken eigenthümlich umgewandelt ist. Die sogenannten Dotterzellen sind keine Zellen, sondern nur Umbildungsproducte der schon sehr früh vorhandenen Molekel und Körnchen".

Auch Klebs betrachtet das Vogelei als eine Zelle, nur komme es nach seiner Meinung innerhalb der Zellmembran zur endogenen Bildung eines wandständigen Binnenepithels, aus welchem wenigstens ein Theil des weißen Dotters durch Wucherung entsteht.

Beide Autoren stimmen übrigens darin überein, daß zu gewissen Entwickelungsstufen rings um das Ei eine Zellenschichte vorhanden sei, welche zum Eifollikel gerechnet werden muß.

Was zunächst diese Zellen betrifft, wird zwar an der Richtigkeit ihrer Deutung als Follikelepithel kaum Jemand ernstlich zweifeln können, der sich die Mühe nimmt, einige Durchschnitte aus jungen Eierstöcken genauer zu betrachten.

Da aber Kölliker (Entwickelungsgeschichte), der dieses Epithel zur Eizelle rechnet, die Entscheidung davon abhängig macht, ob man innerhalb der fraglichen Zellenschichte eine Membran findet, oder nicht; und da Kölliker ferner seine Meinung über die periphere Zellenschichte dadurch rechtfertigt, daß weder er noch Samter (Nonnulla de ovi avium evolutione Halis 1853) noch Hoyer (Müller's Archiv 1857) eine solche Membran finden konnten, halte ich es

für gerathen über dieses Thema noch einige mir zu Gebote stehende Beobachtungen anzuführen.

Nach den Präparaten, welche ich von in verdünnter Chromsäure erhärteten noch nicht geschlechtsreifen Eierstockeiern bereitete, unterliegt es keinem Zweifel, daß sich daselbst an Eiern sehr verschiedener Größe zwischen dem Dotter und der peripheren Zellenschichte eine ganz distincte Membran nachweisen läßt. An Stellen, wo meine dünnen Durchschnitte zerrissen sind, sehe ich zuweilen die Membran ganz isolirt, indem streckenweise von außen das Epithel und von innen die Dottermasse entfernt ist. Ich will vorerst nicht aussagen, daß an allen Eiern ringsherum eine Membran zu sehen ist. Um das handelt es sich hier gar nicht. Sie kann bei einem Eie ganz oder streckenweise fehlen, oder nicht sichtbar sein, aus Gründen, die zu ermitteln sind oder uns unbekannt bleiben; Kölliker's Stützpunkt wird dadurch nicht fester.

Wenn übrigens die deutlich nachweisbare Membran nicht noch ein anderweitiges Interesse in Anspruch nähme, würde ich sie gar nicht hervorgehoben haben, weil sie uns zur Charakterisirung des Dotters als Zellenleib kaum etwas beitragen kann, und weil Kölliker's Ansicht über die peripheren Zellen durch andere triftigere Belege unhaltbar wird.

An dem Eierstocke eines acht Tage alten Hühnchens konnte ich deutliche Schläuche unterscheiden, sowohl auf Querschnitten, als auch an zerzupften Präparaten. Die Schläuche waren ungleich dick, ließen sich zuweilen bis über einen Millimeter lang isoliren, und endeten, so oft ich es beobachten konnte, blindsackartig. Es läßt sich an ihnen mit Sicherheit eine äußere structurlose Membran und ein einschichtiges, aber an verschiedenen Orten ungleich hohes Epithel wahrnehmen. Abgeschnürte Follikel konnte ich beim acht Tage alten Hühnchen nicht nachweisen. Nach den klaren Mittheilungen, welche Pflüger (Leipzig 1863) über den Abschnürungsproceß der von ihm entdeckten Schläuche bei Säugethieren machte, ließ ich mich auch weiter nicht darauf ein, dem genannten Vorgange auch bei den Hühnern zu folgen. Hier ist das Principielle der Frage, daß nämlich überhaupt Schläuche vorhanden sind, entscheidend. Denn nunmehr kann doch nicht mehr bezweifelt werden, daß die peripheren Zellen der jüngeren Eierstockeier nicht dem Eie, sondern dem Follikel angehören.

Zum Überflusse tragen noch die Follikel das Zeichen, welches Pflüger bei Säugethiereiern mit der Abschnürung in Zusammenhang bringt, sie lassen nämlich sehr häufig solche Pole erkennen, wie sie Pflüger auf Taf. I in Fig. 1 abbildet.

Bei der Unbestimmtheit, mit welcher sich Kölliker über die angeregte Frage geäußert hat, könnte er nachträglich noch behaupten, er habe nicht das Follikelepithel, sondern das Binnenepithel gemeint, wenn er von einer zum Eie gehörigen Zellenschichte sprach.

Gegenbauer hat sich gegen die Existenz eines Binnenepithels ausgesprochen. Klebs aber hält, wie schon erwähnt wurde, das Binnenepithel aufrecht, und knüpft daran die weittragende Lehre von der endogenen Zellenentwickelung im Dotter.

Ziehen wir zunächst das in Betracht, was Klebs thatsächlich gesehen hat, so ergibt sich, daß er das Follikelepithel und das Binnenepithel nicht an einem und demselben Eie beobachtet hat. Wenn Klebs sagt, „daß es später allerdings gelingt, außerhalb und innerhalb der Dottermembran Zellen nachzuweisen, so ist der angedeuteten negativen Seite seiner Beobachtung dadurch gar nicht abgeholfen. Da, wo von einem Binnenepithel gesprochen wird, muß nachgewiesen werden, daß es mit dem Follikelepithel nicht verwechselt wurde; muß nachgewiesen werden, daß das letztere und jedenfalls ältere entweder noch da ist, oder daß es zu Grunde gegangen ist. Einen solchen Nachweis führt aber Klebs nicht. Wenn ich von der theoretischen Seite der Frage, von dem Standpunkte nämlich, den Klebs in der Zellenlehre einnahm, und in welchem er für das Binnenepithel eine Stütze suchte, abstrahire, so bleibt ihm nur eine positive Angabe übrig, die er zu Gunsten seiner Auffassung ins Feld führen kann; die ist, daß man wirklich Eier findet, in denen die peripheren Zellen direct an den Dotter stoßen.

So sicher, als ich stellenweise eine Dottermembran innerhalb des Epithels dargestellt habe, eben so unzweifelhaft sah ich stellenweise die breite Basis eines konischen Epithels direct auf dem Dotter aufsitzen. In solchen Fällen sah das Epithel eben so aus, wie jenes, welches auf einer Dottermembran aufsaß, und wurde es nach außen ebenso vom Stroma des Eierstockes begrenzt wie das letztere. In der unmittelbaren Nachbarschaft von Eiern, die eine Dottermembran besitzen, kommen solche von gleicher Größe vor, welche keine Membran erkennen lassen; ja ich habe Durchschnitte von Eiern vor

mir, an welchen ich die Dottermembran nur in einem Theile der Circumferenz wahrnehme, während in dem anderen die Epithelien direct an den Dotter stoßen.

Unter anderen sehe ich auch mitten unter vielen Eiern, welche eine Dottermembran haben, eines, in welchem die peripheren Zellen uneben hügelig gegen den Dotter vorragen. (Fig. 5.)

Bei einer solchen Lage der Dinge liegt es viel näher anzunehmen, daß die Dottermembran ausnahmsweise fehlen, oder bei der Größenzunahme des Dotters defect werden kann, als zu schließen, es seien zweierlei Epithelien da, von denen bald die eine und bald die andere Art sichtbar sein soll. Ganz fern muß es uns aber bleiben, auf die genannte Beobachtung hin eine endogene Zellenbildung anzunehmen. Eine so wichtige Lehre muß auf besserer Stütze ruhen.

Finden sich aber im Vogeleie wirklich triftige Anhaltspunkte für eine endogene Zellenbildung? In den sogenannten Dotterzellen könnte man behaupten.

Ich sehe zwar durchaus keinen Grund vor Augen, Gegenbauer in der Annahme zu folgen, daß die Dotterelemente Conglomerate sind. Gegenbauer gibt eigentlich gar keinen andern Grund an, als daß er sich die Entstehung der Dotterelemente sonst nicht zu erklären weiß.

Abgesehen davon, daß ein solches Motiv gar nicht zwingend ist, spricht auch die Beobachtung nicht zu Gunsten Gegenbauer's. Die ersten Elemente, die man nämlich im Dotter findet, machen ganz den Eindruck von Bläschen, oder von Kügelchen, die aber nicht Fett sind, und die keine Granulation enthalten. Es bleibt eine ganz willkürliche Annahme zu sagen, daß sich solche Gebilde mitten in einem stark granulirten Zellenleibe conglomerirt hätten. Gegenbauer, der eine solche Annahme macht, bekämpft von seinem Standpunkte (Max Schultze) in der Zellenlehre ausgehend, auf das Entschiedenste die endogene Zellenbildung; wir würden uns aber bei seiner Annahme von einer solchen Zellenbildungstheorie gar nicht weit befinden, wenn wir bedenken, daß der Zellenleib ein lebender Organismus ist, da es noch gar nicht erwiesen ist, ob nicht Conglomerate in dem Zellenleibe auch noch Leben besitzen können. Nach dem, was ich [1]) und Schwarz [2]) in der Milch der Wöchnerinnen beobachtet haben, könnte

---

[1]) Sitzb. LII. Bd.

[2]) Ib.

jetzt einer solchen Behauptung eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden.

Ich kann mich also in der genannten Annahme nicht an Gegenbauer anschließen. Andererseits sehe ich aber gar keinen Anhaltspunkt vor mir, die gedachten Bläschen oder Kügelchen für Zellen zu erklären.

Diese scharf contourirten sphärischen und zuweilen homogenen Körperchen sehen durchaus nicht wie Protoplasmakörper aus. Wollte ihnen aber Jemand eine solche Bedeutung beimessen, so hätte er das jedenfalls zu beweisen.

Ich habe mich vorläufig vergeblich bemüht, einen solchen Beweis herzustellen, und zwar gelang mir das für keinerlei Dotterelemente aus den verschiedensten Entwickelungsstufen. Ich habe für diese Frage ganz zufällig sehr viel Zeit verwendet, bin aber zu keinem positiven Resultate gelangt. Und ich habe die Hoffnung auf solche vollends aufgegeben, seitdem ich erfahren habe, daß keinerlei Dotterelemente auf dem erwärmten Objecttische auch nur die mindeste Formveränderung zeigen.

Von dem ausgehend, was man also thatsächlich im Eie finden kann, läßt sich die Annahme einer endogenen Zellenbildung nicht begründen, folglich ist für das Hühnerei von einer solchen überhaupt nicht zu sprechen.

Im Übrigen muß ich mich Klebs anschließen, in der Behauptung, daß die Dotterelemente wenigstens theilweise aus dem Epithel entstehen. Nur ist dieses Epithel das Follikelepithel.

Die Entstehung von Dotterelementen aus dem Follikelepithel begründe ich darin, daß ich einmal mit grosser Bestimmtheit beobachtet habe, daß einzelne direct auf dem Dotter aufsitzende Epithelzellen unmittelbar auf ihrer Basis bläschenähnliche Dotterelemente trugen, das sind solche, wie sie um diese Zeit den ganzen Dotter durchsetzen.

Es drängte sich mir dabei die Erinnerung an jene Bilder auf, wie sie Brücke zuerst an den Epithelien der Darmzotten beschrieben hat, und die ich später so oft an verschiedenen Orten beobachtete. Ich meine das Austreten von sogenannten Schleimkugeln aus dem Zellenleibe. Solchen Schleimkugeln sehen die jüngsten Dotterelemente jedenfalls viel ähnlicher als Zellenleibern.

In so weit ich die Sache bis jetzt erörtert habe, ist es für die Deutung des Eidotters des Huhnes ziemlich gleichgiltig, welche Rolle

einmal diesen jetzt Schleimkugeln genannten Gebilden zugeschrieben werden wird, ob man sie als organisirte oder organische Substanzen zu betrachten haben wird. Ich muß sie in jedem Falle als ein Product des Follikelepithels halten, welche an solchen Stellen in den Dotterleib hinein gelangen, wo die Dottermembran defect ist, oder defect wurde in Folge oder im Laufe des Wachsthumes des Eies.

Ich bin demgemäß in meinen Anschauungen über den Nahrungsdotter, strenge genommen, zu der Ansicht Meckel's zurückgekehrt.

Gründe ganz anderer Natur zwingen mich aber, allen jenen neueren Autoren entgegenzutreten, welche den gesammten Hühnerdotter als eine kolossale Zelle betrachten, selbst dann noch entgegenzutreten, wenn diese kolossale Zelle unter so geläuterten Anschauungen definirt wird, wie es bei Gegenbauer der Fall war.

Der sogenannte Bildungsdotter ist ein Zellenleib für sich, und zwar ein Zellenleib von ausgezeichneter Lebensfähigkeit. Dieser Zellenleib führt selbstständige Bewegungen aus, ja er kann auf dem Nahrungsdotter nach Art einer *Amoebe* sich ausbreiten und dann wieder zu einem Klumpen zusammenziehen, und zwar thut er das letztere vor dem Beginne der Furchung.

Ich habe solche Vorgänge mit grosser Bestimmtheit an Forelleneiern beobachtet. — Wem will es da nur noch einfallen, diesen Bildungsdotter mit dem Nahrungsdotter in eines als einen Zellenleib zusammenzufassen.

Es wird zweckmäßig sein, den Namen Bildungsdotter nach Remak durch den ohnehin geläufigen Ausdruck Keim zu ersetzen, um zwei ihrer Wesenheit und Bedeutung nach so streng gesonderte Dinge, wie Nahrungs- und Bildungsdotter, auch in der Bezeichnung auseinander zu halten.

Wir müssen dann aber consequenter Weise den Namen Keim für alle Wirbelthiereier beibehalten, da wir sonst aus der Verwirrung nicht herauskommen.

Alles das, was in den Eiern der Wirbelthiere nach der Befruchtung gefurcht wird, nennen wir den Keim. Und so gibt es denn Eier, welche außer ihrem Keime noch eine weitaus mächtigere Masse von Producten des Follikelepithels mit sich führen, und solche, welche von den letzteren nur relativ geringe Mengen aus dem Ovarium mitbringen, und endlich solche, welche von derlei Producten im reifen Zustande nichts erkennen lassen.

Der Keim, ein lebender Zellenleib, darf mit dem Nahrungsdotter weder als ein Individuum aufgefaßt, noch jemals zu Gunsten einer vergleichenden Betrachtung mit ihm analogisirt werden, wie das Gegenbauer versucht hat.

Es ist vollständig unzulässig, die sogenannte centrale Dottermasse, ich sage jetzt die centralen Keimzellen, des Batrachiereies mit dem Nahrungsdotter des Vogeleies zu vergleichen (Gegenbauer l. c. 528). Die centralen Zellen des Batrachiereies sind Furchungsresultate, gehen als Zellen in den Thierleib ein, und haben mit dem Nahrungsdotter gar nichts gemein, als einen unglücklich gewählten Namen.

Erklärung der Abbildungen.

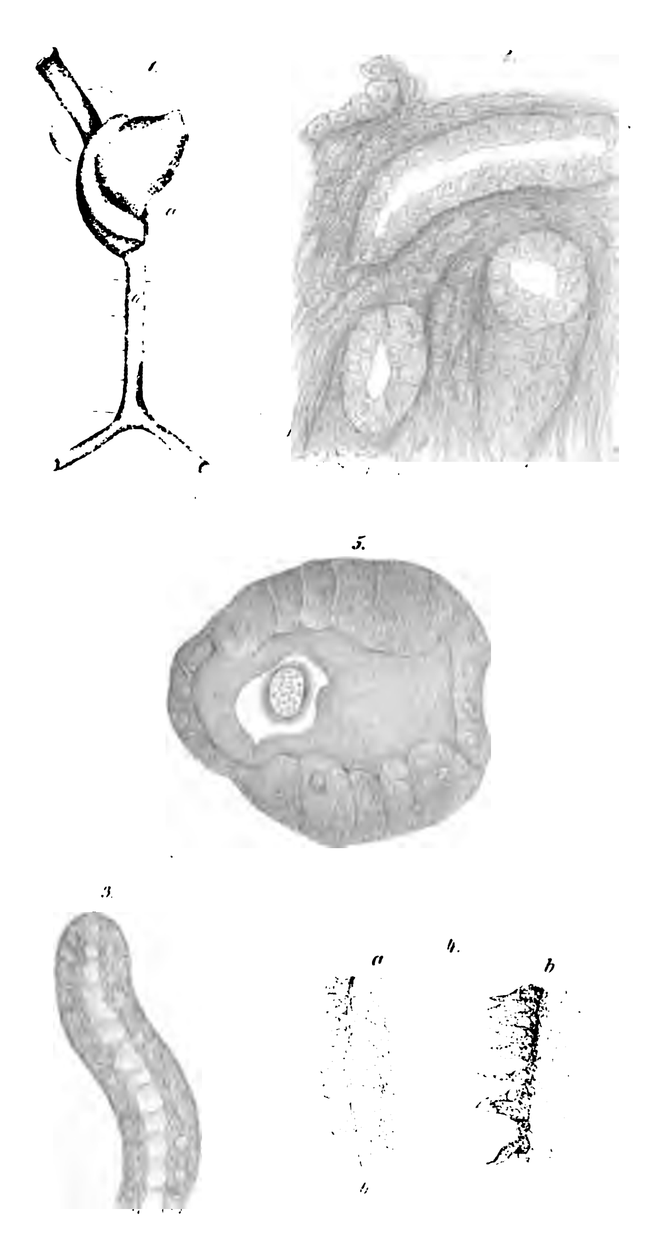
Fig. 1. Ein Eierstock des 8 Tage alten Hühnchen, von vorne gesehen, zeigt schon eine Einschnürung bei *a*. Ich bildete ihn ab, einmal um zu zeigen, an welchem Organe ich die Schläuche nachgewiesen habe, und zweitens um die Angabe von Klebs zu widerlegen, welcher behauptet, daß das Organ um diese Zeit eine glatte viereckige Masse darstellt. Ich muß wohl denken, daß er so junge Eierstöcke, wie der abgebildete ist, nicht gesehen hat, da er sonst bei der Kenntniß der Pflüger'schen Arbeit es kaum unterlassen haben würde, die Schläuche darzustellen.
a) *Aorta descendens.*

„ 2. Schläuche auf Durchschnitten gesehen.

„ 3. Ein Schlauch frei heraus präparirt.

„ 4. *a)* Dottermembran.
b) directes Anstoßen von Follikelepithel an den Dotter.

„ 5. Ein Eierstocksei, an welchem die Follikelzellen uneben nach innen hervorragen.



Gez. v. Verf. Lith. v. Dr. C. Heitzmann
Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei.
Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LIV. Bd. II. Abth. 1866.



Über wissenschaftliche Anwendungen der Photographie und Stereoskopie.

Von **Ernst Mach.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Mai 1866.)

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über den Effect räumlich vertheilter Lichtreize auf die Netzhaut, deren Resultate für die physiologische Optik und die Beleuchtungs-Constructionen der darstellenden Geometrie verwerthbar sind, fühlte ich das Bedürfniß, mir unveränderliche Flächen zu verschaffen, deren Lichtintensität von Stelle zu Stelle nach einem beliebigen Gesetz variirt. Ich erhielt dieselben, indem ich mit schwarzen und weißen Sectoren von beliebiger Form bemalte Scheiben und Cylinder in der Rotation photographirte, nachdem ich durch photometrische Bestimmungen mich zuvor überzeugt, daß solche rotirende Körper auf das photographische Papier nach demselben Gesetz wirken, welches Plateau für ihre Wirkung auf die Netzhaut aufgestellt hat [1]).

Der photographische Effect an irgend einer Stelle der präparirten Platte hängt hiernach nur von der Bestrahlungszeit und von der Bestrahlungs-Intensität ab, und ist beiden nahezu proportional. Man kann also schon a priori erwarten, daß mehrere Bilder, welche nacheinander auf dieselbe Platte fallen, so lange noch kein Punkt vollständig ausgewerthet ist, sich einfach summiren und übereinanderlegen werden wie elementare Bewegungen [2]). Das Auge vermag in gewissen Fällen, deren nähere Bezeichnung nicht hieher gehört, diese Bilder getrennt wahrzunehmen. Namentlich sind es Linearzeichnungen von verschiedener

[1]) In der That wurde ich durch diese theoretischen Betrachtungen zu meinen Versuchen geführt, bevor mir noch die hieher gehörigen Erfahrungen bekannt waren, die sich den praktischen Photographen natürlich leicht zufällig präsentiren mußten.

[2]) Auf diese Art könnte man auch schöne Musterflächen für die Beleuchtungsconstructionen der darstellenden Geometrie theoretisch construiren.

Farbe oder Helligkeit, welche selbst dann noch gut unterschieden werden, wenn sie in eine Ebene fallen.

Die angeführten Bemerkungen bilden die wissenschaftliche Grundlage für das Verfahren, welches man zur photographischen Darstellung der sogenannten Geistererscheinungen anwendet.

Ich verfiel noch auf eine andere Anwendung, die ich trotzdem, daß sie sehr nahe liegt, für neu halten muß, da ich weder in der Literatur noch durch mündliche Nachfragen bei Sachverständigen, darüber etwas erfahren konnte. Ich photographire einen Körper, z. B. einen Würfel, stereoskopisch und stelle während der Operation einen andern, z. B. ein Tetraëder, an den Ort des Würfels. Dann sehe ich im Stereoskopbilde beide Körper durchsichtig und sich durchdringend.

Man kann diesen Erfolg des Experimentes wieder von vornherein erwarten. Denn es ist bekannt, daß man durch ein unbelegtes Planglas, welches man zwischen zwei Körper, Würfel und Tetraëder z. B. bringt, scheinbar den Effect hervorbringen kann, als ob beide Körper durchsichtig wären und sich durchdringen würden. Selbst die feinsten Details beider Körper stören sich also nicht in ihrer Wirkung auf das Auge, sobald ihre Netzhautbilder nur verschiedenen Raumpunkten entsprechen. Für die Photographie ist es nun einerlei, ob die beiden Bilder nach einander oder gleichzeitig auf dieselbe Platte fallen, immer summiren sie sich. Das Verhalten der Augen aber einem solchen Stereoskopbilde gegenüber erklärt sich einfach aus dem Wettstreit der Sehfelder. Die beiden Bilder des momentan fixirten Raumpunktes überwiegen alle anderen, weil sie sich sehr ähnlich sind und zu keinem Wettstreit Veranlassung geben.

Die Unterstützung, welche solche Stereoskopbilder bei dem Studium der Stereometrie, der descriptiven und der Steiner'schen Geometrie gewähren, ist unmittelbar klar. Das dreiseitige Prisma, welches sich in drei gleiche Pyramiden zerfällen läßt, kann weder durch eine Planzeichnung, noch durch ein Modell so anschaulich gemacht werden, wie durch ein durchsichtiges Stereoskopbild. Um die sich durchdringenden Kegel, Cylinder und windschiefen Flächen für die Zwecke der descriptiven Geometrie darzustellen, hätte man einfach Fäden oder Dräthe vor dem Stereoskop-Apparate so zu bewegen, daß die sämmtlichen Flächen, die sich durchdringen sollen, nach einander beschrieben werden.

Sehr nette Resultate erhält man, wenn man den bewegten Faden in einem dunklen Raume mit intermittirendem Licht beleuchtet. Das Zimmer wird verfinstert und vor der Öffnung des Fensterladens eine mit Ausschnitten versehene rotirende Scheibe aufgestellt.

Vorzüglich eignet sich die Methode zur Darstellung von Maschinenansichten. Man nimmt eine Maschine stereoskopisch auf, unterbricht die Operation, entfernt einige Maschinentheile, welche andere verdecken und photographirt dann auf derselben unveränderten Platte weiter. Eine solche Ansicht leistet oft mehr als eine Perspectivzeichnung, oder Projectionen oder selbst ein Modell. Daß man auch rotirende Körper stereoskopisch aufnehmen könne, versteht sich nach dem Vorigen von selbst.

Die Versuche, die ich bisher ausgeführt, fielen sämmtlich so schön und nett aus, daß man erwarten kann, die Methode werde auch bei Darstellung anatomischer Präparate gute Dienste leisten [1]). Nehmen wir z. B. das Schläfenbein auf und setzen während der Operation des Photographirens einen Abguß der Höhlen des Gehörorgans an die passende Stelle, so sehen wir in dem Stereoskopbilde das Schläfenbein durchsichtig und in demselben die Höhlen des Gehörorgans. — Durch mehrmalige Aufnahme ließe sich wohl ein Stereoskopbild einer Extremität herstellen, in welchem man die Knochen, die Nerven, die Blutgefässe und die Muskel durchsichtig sich durchdringend und von einer durchsichtigen Haut überkleidet erblicken würde. So viel kann kein Präparat bieten. Ja selbst ein durchsichtiges Modell bleibt hier zurück, weil die Lichtbrechung der Medien störend ins Spiel tritt. Kurz, es würde gar nichts geben, was dem Chirurgen ein so unauslöschliches Bild einprägen könnte, wie die stereoskopische Darstellung.

Diese, vielleicht etwas idyllisch erscheinenden, Erwartungen werden fast noch übertroffen durch den Erfolg des einzigen Versuches, den ich bisher mit einem anatomischen Präparate ausführen konnte. Ein menschlicher Schädel mit abgesägtem Schädeldach wurde photographirt mit und ohne Dach. Im Stereoskopbilde sieht man nun durch das durchsichtige Schädeldach, an dem gleichwohl alle Details

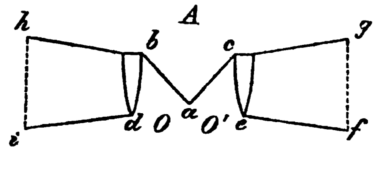
---

[1]) Ich habe während des Druckes dieser Notiz erfahren, daß Brewster stereoskopische Geistererscheinungen dargestellt hat. Dagegen scheint noch Niemand anatomische Präparate in dieser Art photographirt zu haben. (Brewster, the stereoscope. P. 175, 205).

sehr deutlich und plastisch sind, hindurch auf die eben so deutliche Schädelbasis. Der Anblick ist wahrhaft classisch. Ich beehre mich gleichzeitig der hohen k. Akademie dieses Bild vorzulegen [1]).

Eine Anwendung des Stereoskops, welche sehr nahe liegt und bisher noch nicht ausgeführt ist, wäre die zur Schätzung oder Messung von Raumgrössen. Bringt man einen beliebigen Körper und etwa das Drathmodell eines Kubikfusses, der in Kubikzoll abgetheilt ist, neben einander und dazwischen ein unbelegtes Planglas, so scheint der Kubikfuß den Körper zu durchdringen und es ist nicht schwer, Schätzungen oder Messungen an dem Körper auf diese Weise vorzunehmen.

Ähnlich muß es nun sein, wenn man durch ein solches kubisches Netz, welches stereoskopisch auf Glas abgebildet ist, in den Raum hinaussieht. Es werden dann die Gegenstände einfach von diesem Netz durchdrungen. Es hat dies eine kleine Schwierigkeit, die übrigens gehoben werden kann. Die Linsen des Stereoskop-Apparates sollen nämlich nur die Netzzeichnung, nicht aber die Gegenstände im Raum afficiren. Dies kann erreicht werden durch eine Disposition, die durch nebenstehende Zeichnung erläutert wird.



Zwei unbelegte Plangläser werden durch *ab* und *ac* im Durchschnitt dargestellt, *b d* und *e c* sind Linsen, die sich an die Kästchen *b h i d* und *c g f e* anschließen, welche mit den beiden, die stereoskopischen Netzzeichnungen tragenden Glastafeln *h i* und *g f* endigen. Sehen nun die beiden Augen *O* und *O'* durch die Plangläser *a b* und *a c* in den Raum *A* hinüber, so spiegeln sich in diesen gleichzeitig die Linsen und die Stereoskopbilder und der Effect ist ganz derselbe, als ob zwar die Stereoskopbilder nicht aber die Gegenstände im Raum *A* durch die Linsen gesehen würden. Die Verbindung mit dem Telestereoskop wäre für manche Fälle zweckmässig.

---

[1]) Seither habe ich auch eine sehr schöne und instructive stereoskopische Durchsicht des gesammten Gehörorgans durch vier Aufnahmen dargestellt.

Beitrag zur Kenntniß des Luteolin.

Von dem w. M. Dr. Ferdinand Rochleder.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 11. Mai 1866.)

Das von Chevreul entdeckte Luteolin ist von Moldenhauer in Bolley's Laboratorium, so wie später von Schützenberger und Paraf analysirt worden. Moldenhauer fand im Mittel von fünf Analysen $C_{62 \cdot 78}H_{3 \cdot 83}O_{33 \cdot 39}$, was der Formel $C_{40}H_{14}O_{16}$ entspricht. Vergebens war Moldenhauer bemüht, durch die Darstellung und Analyse von Kali-, Baryt-, Kupfer- und Bleiverbindungen das Atomgewicht des Luteolin festzustellen. Das Luteolin liefert mit Basen keine Verbindungen von constanter Zusammensetzung.

Schützenberger und Paraf fanden bei einer Analyse von Luteolin, das bei 150° C. getrocknet war, $C_{62 \cdot 54}H_{3 \cdot 76}$, sie stellen für das Luteolin die Formel $C_{24}H_{8}O_{10}$ auf, für eine Bleiverbindung geben sie die Formel $C_{24}H_{8}O_{10}$, 2PbO.

In ihrer Untersuchung über das Morin, Maclurin und Quercitrin bemerken Hlasiwetz und Pfaundler, daß die Zusammensetzung des Luteolin mit der des Paradatiscetin sehr nahe übereinstimmt, sie sagen:

„Das Luteolin scheint demnach wohl als isomer oder metamer mit unserer Substanz (Paradatiscetin $= C_{30}H_{10}O_{12}$) betrachtet werden zu können. Eine Identität beider liegt jedoch nicht vor, denn an einer Probe Luteolins, welche Herr Prof. Bolley uns zu überlassen so freundlich war, fanden wir die charakteristischen Farbenreactionen nicht, welche das Paradatiscetin kaum verwechseln lassen. Das Luteolin gibt mit Natriumamalgam in angesäuerter, alkoholischer Lösung die purpurrothe Färbung, welche das Morin und Quercetin auszeichnet, und diese geht durch Alkalien wie dort auch in Grün, und weiterhin in Gelb über. — Beim Schmelzen mit Kalihydrat scheint sich keine Quercetinsäure zu bilden, dagegen entsteht eine krystallisirte

Substanz mit der blaugrünen Eisenreaction der Protocatechusäure. Die kleine Menge, mit der wir den Versuch anstellen mußten, reichte nicht hin, auch die Gegenwart von Phoroglucin sicher zu erkennen, obwohl wir an seiner Bildung kaum zweifeln können."

Das ist nun Alles, was man heut zu Tage über das Luteolin weiß. Ich habe daher Herrn Breuer veranlaßt, Luteolin darzustellen und die Einwirkung von schmelzendem Kalihydrat auf das Luteolin zu untersuchen.

Wau wurde mit Wasser, dem der achte Theil von 50percentigem Alkohol zugesetzt war, ausgekocht, das Decoct siedend heiß abcolirt und das Decoct in einem offenen Kessel erhitzt, bis der Alkohol verjagt war.

Beim Erkalten schieden sich graue Flocken von unreinem Luteolin ab, die auf Filtern gesammelt wurden. Dieses unreine Luteolin wurde in der kleinsten, erforderlichen Menge heißen Weingeistes gelöst, die Lösung in Wasser filtrirt und die trübe Flüssigkeit zum Sieden gebracht. Nach dem Erkalten wurde das abgeschiedene Luteolin wieder auf einem Filter gesammelt und nach der Vorschrift Moldenhauer's weiter gereinigt. Ich habe später gefunden, daß ein Gemisch von Wasser und Glycerin sich gut zum Krystallisiren des Luteolin eignet.

Herr Breuer hat das Luteolin mit Kalihydrat geschmolzen, die Schmelze in verdünnter Schwefelsäure gelöst und diese Lösung mit erneuten Mengen von Äther ausgezogen.

Der Äther wurde abdestillirt, der Rückstand in Wasser gelöst, mit Bleizuckerlösung gefällt, die vom Bleiniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff vom Blei befreit und auf ein geringes Volum eingedampft, durch Bleizucker abermals gefällt und die vom Bleiniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit abermals durch Schwefelwasserstoff vom Blei befreit.

Nach Eindampfen im Wasserbade und ruhigem Stehen in einem Exsiccator schieden sich Krystalle von Phloroglucin in reichlicher Menge ab, leicht erkennbar an ihrer Form, ihrem süßen Geschmacke und ihrer Eisenreaction.

0·4379 lufttrockene Substanz gaben, bei 110° C. in einem Strom von Kohlensäure getrocknet, 0·0986 Wasser ab oder 22·516 Percent. 0·1307 getrocknete Substanz gaben 0·2729 Kohlensäure und 0·0566 Wasser.

			Berechnet		Gefunden
C_{12}	= 72	—	57·14	—	56·95
H_6	= 6	—	4·76	—	4·81
O_6	= 48	—	38·10	—	38·24
	126	—	100·00	—	100·00

Die durch Bleizucker erhaltenen Fällungen wurden, in Wasser vertheilt, durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit zur Vertreibung des Schwefelwasserstoffes erwärmt und im Vacuo über Schwefelsäure eingedampft. Die auf diese Art erhaltene Masse von Krystallen wurde in Äther gelöst, worin eine kleine Menge eines schmierigen, violetten Nebenproductes ungelöst blieb, der Äther verjagt, der Rückstand in Wasser gelöst und die Lösung über Schwefelsäure im Vacuo zur Krystallisation gebracht. Die fast farblosen Krystalle, in wässeriger Lösung mit Eisenchlorid versetzt, geben die blaugrüne Färbung der Protocatuhusäure, die durch Sodalösung in Roth überging.

0·1044 lufttrockene Säure gaben, bei 105° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, 0·0119 Wasser ab und lieferten bei der Analyse 0·1867 Kohlensäure und 0·0341 Wasser.

			Berechnet		Gefunden
C_{14}	= 84	—	54·54	—	54·67
H_6	= 6	—	3·90	—	4·09
O_8	= 64	—	41·56	—	41·24
	154	—	100·00	—	100·00

Wie die Entwickelung von Wasserstoffgas bei dem Schmelzen von Luteolin mit Kalihydrat beweist, ward die Spaltung in Protocatechusäure und Phloroglucin unter Aufnahme von Sauerstoff bewirkt. Nimmt man die von Moldenhauer berechnete Formel $C_{40}H_{14}O_{16}$ als den richtigen Ausdruck der Zusammensetzung des Luteolin an, so würde das folgende Schema den Vorgang ausdrücken:

$$C_{40}H_{14}O_{16} + 4HO + 4O = 2[C_{12}H_6O_6] + C_{14}H_6O_8 + C_2O_4.$$

Man kann nämlich das Luteolin eben sowohl als eine Phloroglucinverbindung, wie als eine Morinverbindung ansehen. In

ersterem Falle wäre das Luteolin der neutrale Äther der Säure = $C_{16}H_6O_8$ und diese Säure zweibasisch.

$$2C_{12}H_6O_6 + C_{16}H_6O_8 - 4HO = C_{40}H_{14}O_{16},$$

im zweiten Falle wäre das Luteolin die Verbindung des Morin mit einer der Protocatechusäure homologen Säure:

$$\underbrace{C_{24}H_8O_{10}}_{\text{Morin}} + C_{16}H_6O_8 - 2HO = C_{40}H_{14}O_{16}.$$

Die Menge des Phloroglucin ist so bedeutend im Vergleich zur Ausbeute an Protocatechusäure, daß die Bildung von zwei Äquivalenten Phloroglucin gegen ein Äquivalent Protocatechusäure in der That stattzufinden scheint.

Über den physiologischen Effect räumlich vertheilter Lichtreize.

Von Ernst Mach.

(Zweite Abhandlung.)

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juni 1866.)

Diese Abhandlung hat den Zweck eine ältere Publication zu ergänzen [1]).

Denken wir uns die Netzhaut als Ebene und ihre Beleuchtungsintensität von Stelle zu Stelle beliebig wechselnd, tragen wir an jeder Stelle eine der Lichtintensität proportionale Ordinate auf, und verbinden wir die Endpunkte sämmtlicher Ordinaten, so entsteht eine Fläche, welche ich objective Lichtintensitätsfläche oder kurz Lichtfläche nenne.

Tragen wir jetzt auf derselben Netzhaut an jeder Stelle eine Ordinate auf, welche der dieser Stelle entsprechenden Lichtempfindungsintensität proportional ist, so entsteht eine andere Fläche, die ich subjective Lichtintensitätsfläche oder kurz Empfindungsfläche nennen will.

Die beiden Flächen, die Lichtfläche und die Empfindungsfläche sind im Allgemeinen verschieden. Sie sind sich ähnlich aber nicht im Sinne der Geometrie. Sie sind sich in so ferne ähnlich, als die eine ein verzerrtes Bild der andern darstellt. Die Geometrie könnte sie auch nicht affin, sondern nur collinear nennen.

Es bestehen jedoch ziemlich einfache Beziehungen zwischen beiden Flächen, welche die Physiologie festzustellen hat. Zunächst bemerken wir, unter Voraussetzung der Giltigkeit des Fechner-schen Gesetzes, daß die Ordinaten der Lichtfläche den Lichtintensitäten proportional, die Ordinaten der Empfindungsfläche aber den Logarithmen der Lichtintensitäten proportional seien. Das Letztere

---

[1]) Über die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissenschaften. LII.

ist aber nur beiläufig wahr. Es ist noch eine Correction beizufügen, die wir sofort in Betracht ziehen wollen.

Ein specieller Fall wurde bereits in der älteren Arbeit untersucht. Wenn nämlich die Lichtintensität auf der Netzhautebene nur parallel zu einer in derselben gelegenen Geraden, also nur nach einer Richtung variirt, so wird die Lichtfläche zu einer Cylinderfläche, und dasselbe geschieht mit der Empfindungsfläche. Wir können uns in diesem Falle auf die Untersuchung der beiden Leitcurven beschränken und nennen die der Lichtfläche angehörige die Lichtcurve, die Leitcurve der Empfindungsfläche aber nennen wir Empfindungscurve.

Die Erfahrung lehrt nun, daß die Größe der Ordinaten der Empfindungscurve nicht blos von den entsprechenden Ordinaten der Lichtcurve, sondern auch von der Krümmung der Lichtcurve an den betreffenden Stellen abhängt. Ich habe bereits früher eine Formel angegeben, welche die Thatsachen kürzer und bündiger darstellt, als dies durch Worte geschehen kann, ohne jedoch auf quantitative Genauigkeit Anspruch zu machen.

Nennen wir $i = f(x)$ die Lichtcurve, so ist die Ordinate der Empfindungscurve $e = a \log \left(\frac{i}{b} \pm \frac{k \left(\frac{d^2 i}{dx^2}\right)^2}{i} \right)$, wobei a, b, k Constante sind und das obere Zeichen für einen negativen Werth von $\frac{d^2 i}{dx^2}$ gilt.

Genaue Messungen lassen sich, wie gesagt, nicht ausführen, und die Thatsachen werden beiläufig eben so gut dargestellt, wenn man für die Ordinate der Empfindungscurve etwa den Ausdruck gibt: $e = a \log \left(\frac{i}{b} - \frac{k}{\rho i} \right)$, wobei ρ den Krümmungsradius der Lichtcurve für die betreffende Stelle bedeutet.

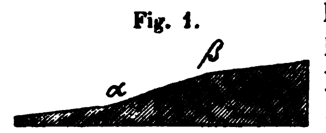
Ungenau sind beide Formeln, denn sie hören entschieden auf zu gelten, wenn $\frac{d^2 i}{dx^2}$ sehr groß oder wenn ρ sehr klein wird.

Constatirt wurde die Form dieses Gesetzes:

1. An rotirenden Scheiben und Cylindern;
2. an den Photographien rotirender Körper;
3. an fein linierten Flächen;
4. an beschatteten Flächen.

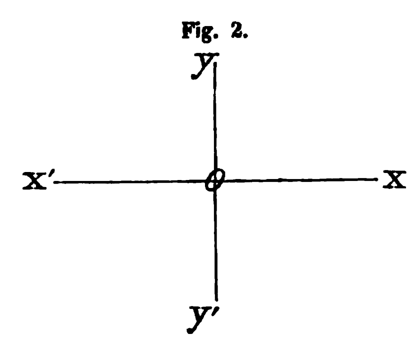
Ich habe seither noch eine einfache Methode zu demselben Zwecke angewandt. Wenn man sich aus einem halbdurchsichtigen Körper z. B. Beinglas ein Prisma schleifen läßt, dessen Querschnitt (Basis) durch Fig. 1 dargestellt ist, und mit demselben die Öffnung des Fensterladens im verfinsterten Zimmer verschließt, so sieht man an der hohlen Kante α eine hellere, an der convexen Kante β eine dunklere Linie. Nimmt man auf die Absorption des Lichtes in dem halbdurchsichtigen Medium Rücksicht, so wird man sich diese Erscheinung mit Hilfe unseres Gesetzes leicht klar machen.

Fig. 1.



Übergehen wir nun zur Untersuchung allgemeinerer Lichtflächen. Man kann sich solche am leichtesten darstellen, wenn man zwei cylindrische Lichtflächen mit etwa zu einander senkrechten Axen über einander legt. Es bezeichne Fig. 2 die Netzhautebene. Legen wir auf dieselbe eine Lichtfläche, deren Gleichung $i_1 = f(x)$ wäre, und über diese eine zweite von der Gleichung $i_2 = F(y)$, so entsteht eine neue Lichtfläche von der Gleichung $i = f(x) + F(y)$ und diese ist keine Cylinderfläche mehr.

Fig. 2.



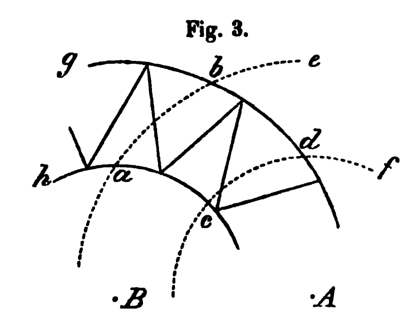
Mit Anwendung dieses Grundgedankens habe ich mehrere einfache Methoden gefunden, um experimentell complicirtere Lichtflächen darzustellen. Ich will diese alle kurz beschreiben.

1. Wir lassen eine mit schwarzen und weißen Sectoren bemalte Scheibe rotiren. Durch die punktirten Linien Fig. 3 sei ein Ring derselben angedeutet. Das Centrum der Scheibe ist in A. Vor derselben Scheibe rotirt eine andere mit Ausschnitten versehene. Sie ist durch ausgezogene Linien dargestellt, ihr Centrum befindet sich in B. Man sieht also in dem Flächenstück $abcd$ die erste rotirende Scheibe durch die zweite hindurch. In jeder Scheibe variirt die Lichtintensität blos nach der Richtung des Radius. In dem Flächenstücke $abcd$ wird sie aber nach allen Richtungen variiren.

Das Licht, welches von irgend einer Stelle des Flächenstückes $abcd$ während der Rotation ausstrahlt, ist die Summe des Lichtes das

die zweite Scheibe vor einem absolut dunklen Hintergrunde geben würde und des Lichtes, welches von der ersten Scheibe ausgeht und durch die zweite hindurchgelassen wird. Man kann so leicht die Lichtfläche für *abcd* berechnen, wenn die Form der Sectoren auf der einen und die Art der Ausschnitte auf der andern Scheibe bekannt ist.

Fig. 3.

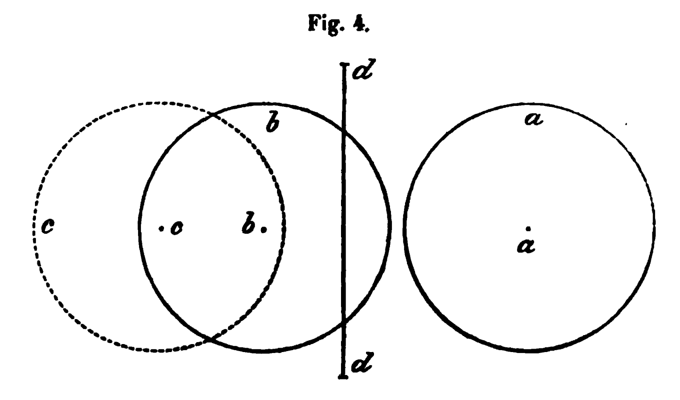


Störend treten hiebei die bekannten sogenannten Radspeichencurven ins Spiel. Sie werden zum Verschwinden gebracht, wenn die eine Scheibe viel rascher rotirt als die andere. Das Experiment wird aber dadurch unbequem, weßhalb ich es wieder aufgegeben habe.

2. Die Schwierigkeit ist sofort vermieden, wenn man die rotirende bemalte Scheibe durch ihre ruhende Photographie ersetzt. Dann sind Radspeichencurven unmöglich.

3. Eine andere Methode besteht darin, daß zwei rotirende bemalte Scheiben durch Spiegelung mit einem unbelegten Planglase zur Deckung gebracht werden. Seien in Fig. 4 *aa* und *bb* zwei horizon-

Fig. 4.



tale rotirende Scheiben, *dd* der Durchschnitt eines verticalen unbelegten Planglases, so sieht man von *a* aus durch das Planglas blickend, die Scheibe *bb* und über derselben das Spiegelbild *cc* der Scheibe *aa*. Die Lichter der direct gesehenen und der gespiegelten Scheibe summiren sich einfach.

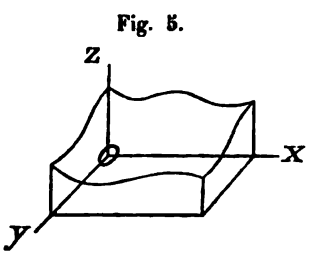
Man kann auch die Photographien rotirender Scheiben durch Spiegelung in einem Planglase zur Deckung bringen.

5. Man kann endlich auch die rotirenden Scheiben auf Glas durchsichtig photographiren, die Gläser einfach übereinander legen und hindurchsehen.

6. Ein bequemes Mittel, sich beliebige Lichtflächen darzustellen, besteht in Folgendem:

Man formt aus einer halbdurchsichtigen Substanz einen Körper, der einerseits von einer Ebene, andererseits von einer beliebigen Fläche begrenzt ist. Die Ebene falle mit der XY-Ebene eines Coordinatensystems zusammen. Die Gleichung der unregelmässigen Fläche sei $z = f(x, y)$, wobei z zugleich die Dicke der Platte an irgend einer Stelle darstellt. Eine solche Platte in den Fensterladen gesetzt, wird eine Lichtfläche darstellen von der

Fig. 5.



Form $i = Ae^{-af(x,y)}$, wobei A, a constant sind, von der Intensität der Beleuchtung und dem Absorptionscoëfficienten abhängen. Ich habe mir einige einfachere Formen aus Beinglas schleifen lassen.

Ich habe nach allen diesen Methoden beobachtet und übereinstimmende Resultate erhalten. In der folgenden Darstellung will ich mich daher allein an die Methode 5 halten. Es soll hiebei der Einfachheit wegen, da immer nur kleine Ringstücke der auf Glas photographirten Scheiben zur Deckung gebracht sind, von der Krümmung derselben abgesehen werden.

In Fig. 1 auf Taf. I sind AA und BB zwei ringförmige Streifen von rotirenden Scheiben auf Glas photographirt. Die beiden Gläser werden so übereinandergelegt, wie es die Figur andeutet. Der Streifen A ist, wo er links über die Kreuzung hinausragt, mit den Sectoren versehen, welche er in Ruhe zeigen würde, wo er rechts hinausragt, ist der Anblick desselben in der Rotation und in der Photographie versinnlicht. Die Schraffirung bezeichnet den dunkler erscheinenden Theil. Eben so ist der Streifen BB dargestellt, und dasselbe gilt von den folgenden Figuren. Der Streifen AA zeigt eine subjectiv hellere Linie $\alpha\alpha$, eben so BB eine solche $\beta\beta$. Bei der Kreuzung sieht man beide Linien in o sich durchschneiden, ohne daß jedoch darum die Durchschnittsstelle merklich heller würde. Es

entstehen bei der Übereinanderlegung vier Felder, deren Helligkeit durch die Schraffirung beiläufig angedeutet ist. Natürlich ist die rechte obere Ecke die dunkelste, die linke untere Ecke die hellste Stelle in dem gekreuzten Felde.

Ähnlich ist es in Fig. 2, Taf. I. Hier kreuzt sich in o der helle Streifen $\alpha\alpha$ mit dem dunklen $\beta\beta$. Man sieht in der Kreuzungsstelle beide Streifen und keiner scheint den andern zu decken. Ich habe mich überzeugt, daß auch objective helle und dunkle feine Linien, wenn man sie durch ein Planglas zur Deckung bringt, sich nicht stören. Man sieht im Durchschnitt immer beide zugleich oder eine nach der anderen je nach der Leitung der Aufmerksamkeit. Ja, es lassen sich ganze Linearzeichnungen so decken, ohne sich zu stören. Dies scheint mir sehr merkwürdig.

In Fig. 3 würde im Streifen AA der obere Theil, da, wo er an $\alpha\alpha$ grenzt, heller erscheinen, während der untere bei $\alpha\alpha$ dunkler wird, so daß $\alpha\alpha$ eine Grenze zwischen Hell und Dunkel bildet. Im Streifen BB bildet $\beta\beta$ die rechte Grenze eines helleren, die linke eines dunkleren Feldes. Durch die Überkreuzung entstehen vier Felder, deren subjective Beleuchtung durch die Schattirung dargestellt ist. Die Schattirung gilt jedoch nur für die dem Punkte o zunächst gelegenen Stellen. Denn es ist klar, daß die rechte untere Ecke des Überkreuzungsfeldes die hellste, die linke obere Ecke die dunkelste Stelle sein muß. Die Schattirung ist natürlich übertrieben, um die Lichtvertheilung deutlich ersichtlich zu machen [1]).

Zu bemerken ist, daß die Abtheilung in vier Felder sichtbar ist, ohne daß man die Linien $\alpha\alpha$, $\beta\beta$ zieht. Sie wird deutlicher, wenn diese Linien sehr fein angegeben werden. Bei Verstärkung derselben verschwindet die ganze Erscheinung.

Ähnliche Phänomene werden durch die Figuren 4 und 5 dargestellt.

Wir wußten bisher, daß für eine Lichtfläche, die blos nach einer Richtung convex oder concav gegen die Netzhautebene gekrümmt ist, die Ordinaten der entsprechenden Stelle der Empfindungsfläche verkleinert, beziehungsweise vergrößert werden.

Aus den angeführten Experimenten lernen wir, daß zwei Convexitäten, der Lichtfläche nach zwei zu einander senkrechten Rich-

---

1) Die krummen Linien an den Sectoren in Fig. 3, 4, 5, Taf. I, sind Kreisbögen und sämmtlich von gleichem Radius.

tungen sich in der Weise verstärken, daß die Ordinaten der Empfindungsfläche noch mehr verkleinert werden. Ebenso verstärken sich zwei zu einander senkrechte Concavitäten und vergrössern die Ordinaten der Empfindungsfläche noch mehr. Eine Concavität wird aber durch eine zu derselben senkrechte gleiche Convexität ausgeglichen. Die Ordinate der betreffenden Stelle der Empfindungsfläche verhält sich so, als ob die Lichtfläche daselbst eben wäre.

Wir wollen eine Lichtfläche für irgend eine Stelle durch die Krümmungen bezeichnen, welche sie daselbst gegen die Netzhautfläche nach zwei zu einander senkrechten Richtungen aufweist. Die Ausdrücke convex-concav, plan-concav u. s. w. sind dann unmittelbar verständlich.

In Fig. 3, Taf. I ist nun hart am Punkte *o* für das rechte obere Feld die Lichtfläche plan-concav, für das rechte untere plan-plan, für das linke obere concav-concav, für das linke untere plan-concav. Demnach erscheint, indem die Lichtintensität selbst hart am Punkte *o* für alle Felder gleich ist, ebendaselbst das linke obere Feld als das hellste.

In Fig. 4 finden wir das Überkreuzungsfeld bei *o* rechts oben plan-concav, rechts unten plan-plan, links oben convex-concav, links unten plan-convex. Demnach ist das linke untere Feld das dunkelste. Ähnlich ist es in Fig. 5.

Stellen der Lichtfläche mit starker mittlerer Concavität oder Convexität entsprechen, kurz gesagt, immer Auswüchse, beziehungsweise Einbiegungen der Empfindungsfläche.

Ich habe nun versucht, ob sich durch passende Wahl der Lichtfläche an der Empfindungsfläche nicht durch ihre Helligkeit oder Dunkelheit ausgezeichnete Punkte herstellen lassen.

Spannt man eine längere Papiergurte, die so mit schwarzen Sectoren bemalt ist, wie dies Fig. 6 auf Taf. II darstellt, über zwei Holzrollen, versetzt sie in Rotation und photographirt sie, so erhält man ein rechteckiges Bild mit einer ganz schwarzen Mittellinie, von welcher aus das Licht nach beiden Seiten hin zunimmt. Versetzt man dies Bild in Rotation um einen Punkt der Mittellinie, so erhält man einen Kreis, Fig. 7, dessen Mittelpunkt ganz schwarz, dessen Peripherie ganz weiß ist und dessen Lichtintensität vom Mittelpunkte gegen die Peripherie linear zunimmt.

Die Lichtfläche wird dargestellt durch die Mantelfläche eines Kegels mit kreisförmiger Basis, dessen Scheitel auf der Netzhaut ruht und dessen Axe zu derselben normal steht. Der Mittelpunkt des Kreis-

bildes fällt nun allerdings durch seine Dunkelheit auf, allein er entspricht nicht nur einer ausgezeichneten Convexität der Lichtfläche, sondern ist wirklich auch der dunkelste Punkt. Es läßt sich also aus dem Experimente keine besondere Folgerung ziehen.

Wir müssen uns eine Lichtfläche darstellen mit einem Punkte, der mit seiner nächsten Umgebung gleiche Lichtintensität, aber eine ausgezeichnete Concavität oder Convexität hat.

In Fig. 8, Taf. II sei AA das photographische Bild der rotirenden Gurte Fig. 6. Wir lassen vor diesem Bilde eine weiße Scheibe mit ausgeschnittenem Rande rotiren, wie dies in der Zeichnung angedeutet ist. Wir erhalten dann ein Bild Fig. 9. Unterhalb $\alpha\alpha$ ist alles weiß. Von $\alpha\alpha$ nach oben nimmt die Dunkelheit zu, am raschesten wenn man von β aus nach oben fortschreitet, weniger wenn man von einem Punkte der Linie $\alpha\alpha$ ausgeht, der von β weiter ist. Die Linie $\alpha\alpha$ selbst zeichnet sich durch ihre Helligkeit vor der Umgebung aus, denn sie entspricht einer Knickung der Lichtfläche. In der Linie $\alpha\alpha$ ist β der hellste Punkt, denn er entspricht der stärksten Concavität.

Die Form der Lichtfläche, welche so entsteht, können wir uns beiläufig auf folgende Weise veranschaulichen. Legen wir durch den Punkt β eine zur Netzhaut parallele Ebene (Fig. 10, Taf. II) und beschreiben in dieser um β einen Kreis. Dann legen wir die Linie $\alpha^1 \beta$ durch β und einen Punkt der Kreisperipherie und drehen nun diese Linie, indem wir das eine Ende in β lassen und das andere durch den Halbkreis α^1, δ, α_2 führen. Sobald wir aber nach $\beta\alpha_2$ kommen, senken wir mit der Drehung fortfahrend das peripherische Ende der Linie unter die Ebene, und zwar desto mehr je größer der Drehungswinkel wird. Die Senkung erreicht ihr Maximum für die Lage $\beta\gamma$, und von da kehren wir die Linie wieder erhebend nach $\beta\alpha$ zurück. Auf diese Weise haben wir eine Kegelfläche beschrieben, welche beiläufig unserer Lichtfläche entspricht.

Es können also in einer beleuchteten Fläche einzelne Linien, Flächenstückchen und Punkte durch ihre scheinbare Helligkeit hervorstechen, ohne objectiv heller zu sein als die nächste Umgebung, indem sich so zu sagen Auswüchse oder Wülste an der Empfindungsfläche bilden, welche stärkeren Krümmungen der Lichtfläche entsprechen.

Wir können alle bisher gesammelten Erfahrungen auf einen mathematischen Ausdruck bringen, der qualitativ die Erscheinungen darstellt.

Es sei $i = f(x, y)$ die Gleichung irgend einer Lichtfläche, so erhalten wir die Gleichung der entsprechenden Empfindungsfläche, ihre Ordinate mit e bezeichnet

$$e = a \log \left[\frac{i}{b} - \frac{k}{i} \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_1} \right) \right],$$

wobei ρ und ρ_1 die Krümmungsradien zweier zu einander senkrechter Normalschnitte der Lichtfläche an der entsprechenden Stelle bedeuten.

Wird die Lichtfläche cylindrisch, so können wir die Normalschnitte so legen, daß $\frac{1}{\rho_1}, = 0$ wird, und gelangen zu unserer alten Formel.

Unsere Formel drückt, wie gesagt, nur beiläufig, aber vollkommen übersichtlich die Thatsachen aus. Es haftet ihr noch eine Unvollkommenheit an, die besonders hervorgehoben werden muß. Die Formel stellt nämlich die Erscheinungen so dar, als ob die Ordinate einer Stelle der Empfindungsfläche, blos von der entsprechenden Stelle der Lichtfläche a und den unendlich nahen zunächst gelegenen Punkten abhängig wäre. Man kann sich jedoch durch das Experiment überzeugen, daß dem nicht so sei.

Es sei Fig. 6 *abcd* der abgewickelte mit schwarzen Sectoren bemalte Mantel eines Cylinders. Derselbe gibt in der Rotation ein

Fig. 6.

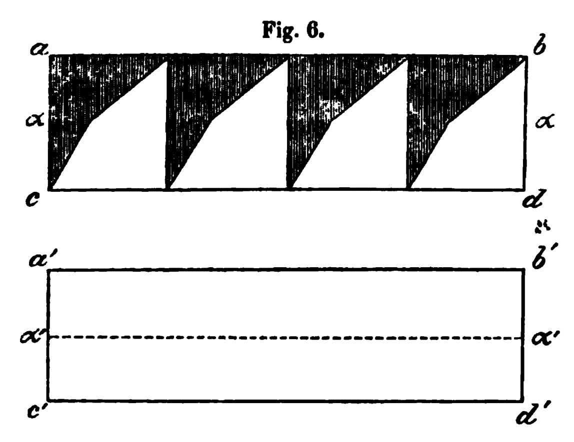


Bild $a'b'c'd'$, welches bei $a'b'$ am dunkelsten, bei $c'd'$ am hellsten ist. Der Knickung der Sectoren $\alpha\alpha$ entspricht ein verwaschener hellerer Streifen $\alpha'\alpha'$. Der Streifen könnte nicht verwaschen erschei-

nen, wenn blos die geknickte Stelle der Lichtfläche in der Empfindungsfläche hervorgehoben würde. Es müssen also auch benachbarte Theile hervortreten. Die Knickung der Lichtfläche wirkt also auch auf jene Theile der Empfindungsfläche, welche in endlicher Entfernung von der Stelle sich befinden, die der Knickung entspricht.

Ein zweites Experiment lehrt dasselbe. Verschmälert man den Cylindermantel *abcd* fort und fort, indem man von beiden Seiten Streifen abschneidet, so daß die Linie $\alpha\alpha$ immer die Mittellinie bleibt, während das Rechteck *abcd* immer schmäler wird, so erscheint in der Rotation der helle Streif α' α' immer schwächer und verschwindet zuletzt ganz.

Ist man mit der Verschmälerung sehr weit fortgeschritten, so nimmt nun die Erscheinung einen anderen Charakter an. Man sieht in der Rotation keinen hellen Streif mehr bei $\alpha'\alpha'$, sondern $\alpha'\alpha'$ bildet die Grenze zwischen zwei scharf von einander getrennten gleichförmig hellen Bändern, einem dunkleren oberen $a'b'\alpha'\alpha'$ und einem helleren unteren $\alpha'\alpha'c'd'$.

Die Helligkeitsempfindung an einer Netzhautstelle hängt also von der Beleuchtung einer großen, diese Stelle umgebenden Netzhautstrecke ab. Natürlich haben die nächsten Punkte den meisten Einfluß und insoferne kommt die obige Formel in den Hauptzügen den Erscheinungen immer nahe.

Wenn man in Fig. 6 über die Knickungen einen feinen schwarzen Strich zieht, se erscheint derselbe in der Rotation deutlich von einem helleren Schimmer eingefaßt. Erst wenn der Strich kräftiger gezogen wird, verschwindet die Erscheinung. Dies spricht ebenfalls für den Einfluß entfernterer Netzhautstellen aufeinander.

Alle bisher beschriebenen Erscheinungen zeigen sich gleich deutlich in monochromatischem Lichte von jeder beliebigen Farbe. Und eben so präsentiren sie sich in weißem Lichte. Niemals tritt bei Experimenten in weißem Lichte eine Färbung auf. Daraus folgt, daß die erwähnten Gesetze für jede einzelne Farbe in ganz gleicher Weise und in gleichem Grade gelten. Immer werden unter gleichen Umständen alle Farben subjectiv in gleichem Grade verstärkt oder geschwächt.

Wendet man statt schwarzer Sectoren, Sectoren von der Farbe *A*, statt weißer Sectoren solche von der Farbe *B* an, so entsteht für

jede dunklere Stelle ein Hervortreten der Farbe *A*, für jede hellere ein Hervortreten der Farbe *B*. Die Erscheinungen sind jedoch bei dieser Combination nicht so auffallend, wie bei schwarz und weiß, weil meist jede der Farben noch Weiß und somit auch noch die andere Farbe enthält.

Es scheint mir als ob fast sämmtliche bis jetzt bekannte Phänomene des simultanen Contrastes, specielle Fälle der hier besprochenen Erscheinungen darstellen würden, für welche ich den Namen Influenzphänomene vorschlagen möchte.

Bereits in der älteren Arbeit habe ich versucht von den besprochenen Erscheinungen eine theoretische Vorstellung zu geben. Ich will diesen Punkt hier nochmals aufnehmen.

Es wurde bereits festgestellt, daß der Charakter der Empfindung eines Netzhautbildes innerhalb weiter Grenzen derselbe bleibt, wenn das Lichtintensitätsverhältniß dieses Bildes und der Gesammtnetzhaut nicht verändert wird.

Man kann sich auch sonst noch überzeugen, daß das Gesammtlicht, welches auf die Netzhaut fällt, oder das mittlere Licht, das der Flächeneinheit der Netzhaut entspricht, keine bloße Rechnungsgröße ist, sondern einen physiologischen Werth hat.

Die Weite der Pupille hängt von diesem Gesammtlicht oder mittleren Licht ab. Die Weite der Pupille hängt nur von dem Gesammtlichte ab und ist von der Vertheilung des Lichtes auf der Netzhaut innerhalb weiter Grenzen unabhängig.

Ich habe, dies zu constatiren, ein einfaches Experiment ausgeführt. Eine mit schwarzen und weißen Sectoren bemalte große Scheibe wird vertical aufgestellt und in rasche Rotationen versetzt, so daß sie gleichförmig grau erscheint. Man stellt sich so nahe, daß die Scheibe das ganze Gesichtsfeld ausfüllt. Die rotirende Scheibe wird nun in der Rotation durch einen Ruck plötzlich angehalten, so daß plötzlich an die Stelle des grauen Bildes ein schwarz und weiß geflecktes tritt. Hiebei erfährt nun die Pupillenweite des Beobachters nicht die geringste merkliche Veränderung.

Man kann dies durch directe Betrachtung der Augen eines anderen Beobachters, aber auch sehr leicht an den eigenen Augen constatiren.

Ich trage schwache Concavbrillen. Stelle ich mich nun so, daß bei Beobachtung der Scheibe von rückwärts und von der Seite etwas

Licht auf meine Brille fällt, so finde ich immer einige stark glänzende Stäubchen auf derselben, welche in meinem Auge der Pupillenweite entsprechende große Zerstreuungskreise geben.

Die Zerstrenungsbilder sehe ich deutlich größer werden, wenn ich ein Auge bedecke oder die Lichtintensität sonst wie herabsetze. Sie erfahren aber keine Veränderung, wenn die rotirende Scheibe plötzlich angehalten wird.

Sehe ich durch eine feine Öffnung in einer Metallplatte auf die Scheibe, so kann ich den Irisrand mit dem Rande der Scheibe zur Deckung bringen. Hört die Scheibe auf zu rotiren, so bleiben gleichwohl beide Ränder in Coïncidenz.

Das mittlere Licht der Netzhaut hat also eine physiologische Bedeutung, weil von demselben die Pupillenweite abhängt und weil gegen dasselbe die Einzellichter der Netzhaut abgeschätzt werden.

Es ist nun wahrscheinlich, daß das mittlere Licht kleinerer Netzhautstücke für die Empfindungsvorgänge in denselben eine ähnliche Rolle spielt. Nach unseren Erfahrungen scheinen aber zwei Netzhautstellen in desto geringerer Wechselwirkung zu stehen, je weiter sie von einander sind.

Das Licht jeder einzelnen Stelle würde also abgeschätzt gegen die Lichter aller übrigen Stellen. In der Rechnung müßte jedoch einer Stelle ein desto geringeres Gewicht beigelegt werden, je weiter sie von der betrachteten wäre.

Nennen wir die Lichtintensität der betrachteten Stelle j und ihre Empfindungsintensität e, ferner $i_1, i_2, i_3 \ldots.$ die Intensitäten der anderen Stellen und $r_1, r_2, r_3 \ldots.$ ihre Entfernungen von der betrachteten, so würde sich etwa folgende Schätzungsformel ergeben:

$$e = \left(\frac{j}{\dfrac{\dfrac{i_1}{r_1} + \dfrac{i_2}{r_2} + \dfrac{i_3}{r_3} + \ldots}{\dfrac{1}{r^1} + \dfrac{1}{r^2} + \dfrac{1}{r^3} + \ldots}} \right) = j \, \frac{\Sigma \dfrac{1}{r}}{\Sigma \dfrac{i}{r}},$$

oder wenn wir wegen der continuirlichen Beleuchtung die Flächenelemente dv und die Integration einführen:

$$e = j \frac{\int \dfrac{dv}{r}}{\int \dfrac{i\,dv}{r}}.$$

Ich glaube nicht, daß es unter den von anderen und von mir beobachteten Contrast- und Influenzphänomenen eines gibt, welches nach diesem Principe nicht erklärbar wäre.

Ich muß hier nochmals hervorheben, daß mir die sogenannten unbewußten Schlüsse desto bodenloser erschienen sind, je mehr ich mich mit den Phänomenen beschäftigt habe. Man kann mit Hilfe derselben eine Erscheinung fast so gut erklären als ihr Gegentheil.

Es kommen auch Erscheinungen vor, welche zur Annahme unbewußter Kettenschlüsse führen würden. Ich will eine solche mittheilen. Der Cylindermantel Fig. 7 müßte in der Rotation, falls die Lichtempfindung immer der Lichtintensität entsprechen würde, eine Reihe Streifen präsentiren. Die oberen wären heller, die unteren dunkler. Jeder Streifen müßte aber in seiner ganzen Ausdehnung gleich hell sein.

Fig. 7.



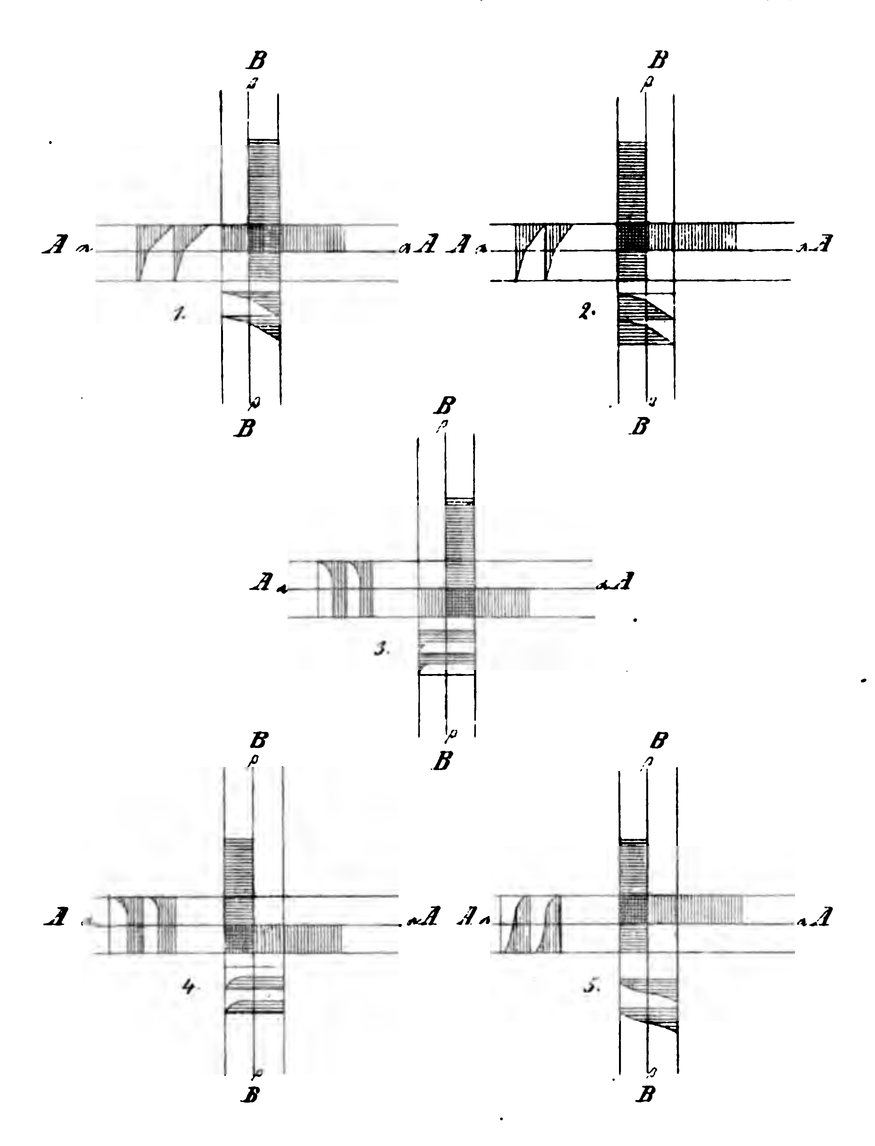
Bekanntlich erscheint aber jeder Streifen an der oberen Seite dunkler, an der unteren heller. Dies wäre also ein Fehlschluß. Zudem sehen die Streifen wie ausgehöhlt aus. Und dies wäre offenbar ein Fehlschluß, der sich auf den ersten stützt. — Wenn die Streifen hohl und von oben beleuchtet wären, so würden sie objectiv in der That die Lichtvertheilung präsentiren, die ihnen subjectiv zugeschrieben wird. Ich komme auf Erscheinungen dieser Art später noch zu sprechen.

Ich habe bisher der Einfachheit wegen immer so gesprochen, als ob einer bestimmten Lichtfläche immer nur eine bestimmte Empfindungsfläche entsprechen müßte. Es ist dies nur annähernd wahr, insofern alle Personen die beschriebenen Erscheinungen nahezu gleich sehen. Aber selbst für dieselbe Person wechselt die Erscheinung je nach der Disposition, innerhalb allerdings enger Grenzen. Daraus folgt nur, daß noch eine Reihe von Umständen, die wahrscheinlich in der Netzhaut und tiefer im Nervensystem liegen, mitspielt.

Wenn wir irgend einen Gegenstand betrachten, stellen wir 1. die Augenaxen auf den fixirten Punkt ein; 2. wir accommodiren auf denselben; 3. wir wenden dem Netzhautbilde die Aufmerksamkeit zu. Sollte nun in der Netzhaut die Reihe der Processe zu Ende sein, sollte hier

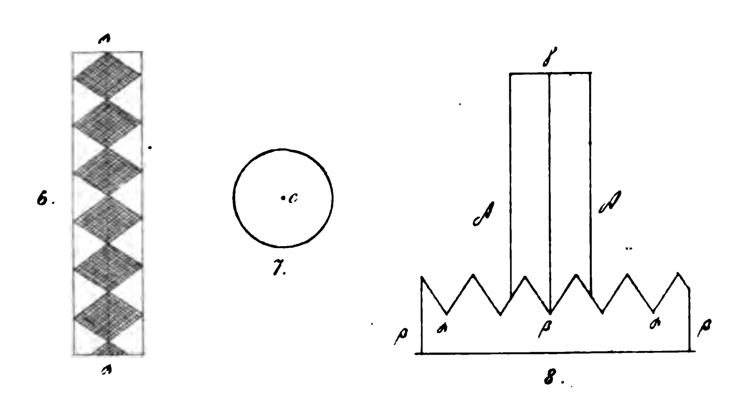
das Physische plötzlich ins Psychische überschlagen, das Licht zur Empfindung werden. Die Erscheinungen sind von da an noch zu complicirt, als daß ich dies glauben könnte. Ich muß mich bildlich ausdrücken. Ich glaube, daß eine Schichte der Netzhaut so zu sagen die andere betrachten, ihr die Aufmerksamkeit zuwenden und wieder abwenden kann.

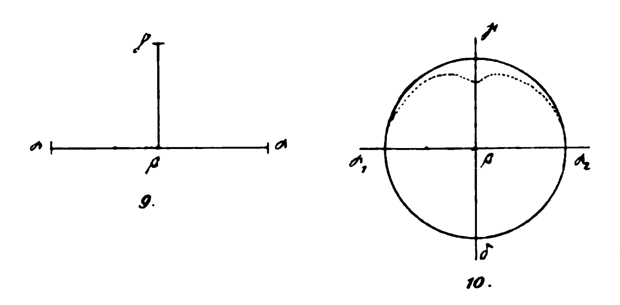
Wir werden die Vorgänge niemals ergründen, wenn wir uns dieselben von vorne herein zu einfach vorstellen.



k. k. Hof u. Staatsdruckerei







Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Die jedem Fachmanne bekannten, bei der raschen Entwickelung der Wissenschaft von Jahr zu Jahr sich steigernden Unzukömmlichkeiten, welche mit der cumulativen Herausgabe von Abhandlungen verbunden sind, die sich auf sämmtliche naturwissenschaftliche Fächer beziehen, haben die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bestimmt, ihre Sitzungsberichte in zwei gesonderten Abtheilungen erscheinen zu lassen.

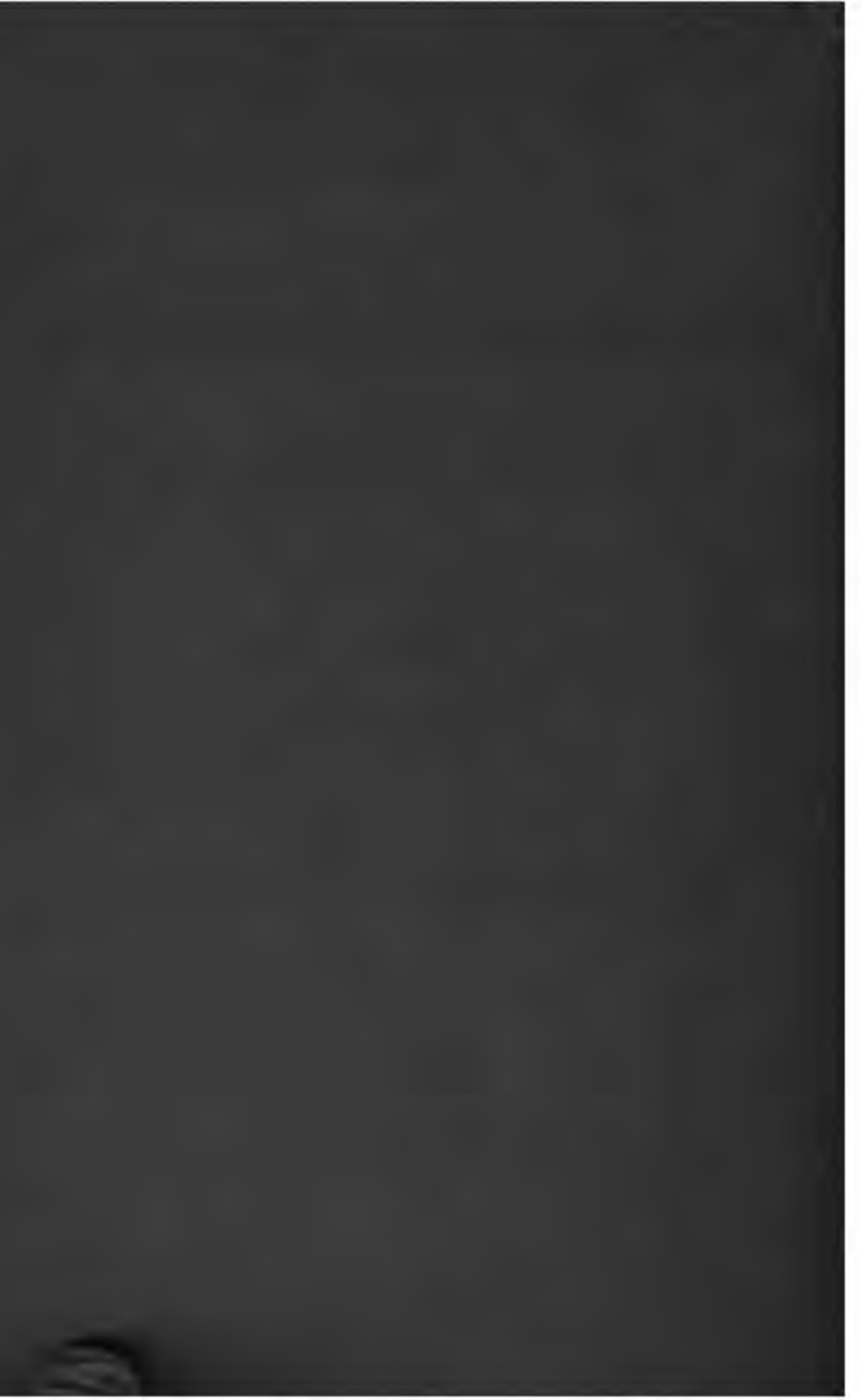
Die **erste Abtheilung** enthält die Abhandlungen aus der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie; die **zweite Abtheilung** die aus der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

Von jeder dieser Abtheilungen erscheint jeden Monat mit Ausnahme von August und September ein Heft, welches drei Sitzungen umfasst. Der Jahrgang enthält somit zehn Hefte.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine vollständige Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen voran, selbst wenn diese nicht zur Aufnahme in die Schriften der Akademie bestimmt werden.

Der Preis des Jahrganges beträgt für eine Abtheilung 12 Gulden ö. W.

Von allen grösseren Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und sind durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn zu beziehen.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND. II. HEFT.

Jahrgang 1866. — Juli.

(Mit [illegible] Tafeln.)

ZWEITE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mineralogie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1866.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.



XVII. SITZUNG VOM 5. JULI 1866.

Folgende eingesendete Abhandlungen werden vorgelegt:

„Normaler Blüthen-Kalender von Österreich reducirt auf Wien", von dem c. M. Herrn Vice-Director K. Fritsch. Diese Abhandlung ist für die Denkschriften bestimmt.

„Mineralogische Mittheilungen. I. Nachtrag", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. V. Ritter v. Zepharovich in Prag.

„Über das Lösungsgesetz und das Sieden der Flüßigkeiten und über Dampf-Explosionen" von Herrn Prof. F. Pleß in Graz.

Prof. Schrötter hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Sicherstellung seiner Priorität.

Das w. M. Herr Prof. Dr. E. Brücke übergibt eine Abhandlung: „Über die Entwickelung der Lymphdrüsen" von Herrn Dr. E. Sertoli. Die betreffenden Untersuchungen wurden im physiologischen Institute der k. k. Wiener Universität ausgeführt.

Das w. M. Herr Prof. Dr. F. Unger überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Die fossile Flora von Kum, auf der Insel Euboea". Die betreffenden Untersuchungen wurden theilweise mit Unterstützung der Akademie vorgenommen.

Das c. M. Herr Prof. E. Suess übergibt die II. Abtheilung seiner Abhandlung: Untersuchungen über den Charakter der österr. Tertiärablagerungen", welche „über die Bedeutung der sogenannten brakischen Stufe oder der Cerithien-Schichten" handelt.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit einaxiger Krystalle".

Herr Prof. Dr. J. Boehm überreicht eine Abhandlung: „Über die Entwickelung von Gasen aus abgestorbenen Pflanzentheilen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 13. Wien, 1866; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1591—1593. Altona, 1866; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXII, Nr. 24—25. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2• Série. XV• Année, 3• Volume, 25•—26• Livraisons. Paris, 1866; 8°.

Friesach, Carl, Tabelle zur Schiffahrt im größten Kreise. Bl. 1 —3. Folio.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 26—27; Wien, 1866; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 19. Wien, 1866; 4°.

Mittheilungen des k. k. Artillerie-Comité. Jahrg. 1866, 4. Heft. Wien; 8°.

Moniteur scientifique. 229• Livraison. Tome VIII. Année 1866. Paris; 4°.

Monnet, P. A., Essai de quelques améliorations dans l'établissement des lignes télégraphiques. Lyon, 1866; 8°.

Reader. Nr. 182—183, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Reise der österr. Fregatte Novara um die Erde. Zoologischer Theil. II. Band. Neuropteren, bearbeitet von Friedrich Brauer. — Hemipteren, von Dr. Gustav L. Mayr. Wien, 1866; 4°.

Société Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. X• Année, Nr. 2—3. Constantinople, 1866; 4°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 50—53. Wien 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 17. Gratz, 1866; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XVIII. Jahrg., 4. Heft. Wien, 1866; 4°.

Über die Entwicklung der Lymphdrüsen.

Von Dr. Enrico Sertoli.

(Mit 2 Tafeln.)

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Die Entwicklungsweise der Lymphdrüsen, kann man behaupten, ist bis in die neueste Zeit völlig unbekannt geblieben. Es ist dies nicht auffallend, da der Bau der fertigen Lymphdrüsen erst im Laufe der neueren Zeit mühsam und allmälig erforscht wurde.

Zuerst schrieb über die Entwicklung der Lymphdrüsen Brechet im Jahre 1836, nach welchem diese anfangs nichts vorstellen als einen einfachen Plexus von Lymphgefäßen. Später, im Jahre 1850, war es Engel, der in der Prager Vierteljahrschrift die Resultate veröffentlichte über die Untersuchungen, die er an jenen Lymphdrüsen der Schafe angestellt hatte, welche sich an der Theilungsstelle der Aorta in die beiden Iliacae vorfinden. Engel will beobachtet haben, die Lymphdrüsen entwickeln sich in Folge von successiver Theilung von sproßentreibenden und vielfach sich windenden Lymphgefäßen, die einen Knäuel bilden, um den dann eine Hülle entsteht. Es ist dieser Knäuel von Lymphgefäßen nach Engel eine kleine Drüse, während eine große durch Verbindung mehrerer solcher Knäuel auf mannigfache Weise untereinander entstände.

Diese Beobachtungen sind, so weit mir bekannt ist, später von Niemanden wiederholt, somit nicht bestätigt worden. Da man zu jener Zeit, in welcher die erwähnten Beobachtungen gemacht wurden, im Glauben war, daß die Lymphdrüsen der Erwachsenen nichts als Plexuse von Lymphgefäßen wären, erklärte man sich die Entwicklung der Lymphdrüsen in der Entstehung dieser Plexuse. Die Unstatthaftigkeit davon leuchtet bei unseren jetzigen anatomischen Kenntnissen von selbst ein.

Ich gehe nun zur Mittheilung meiner eigenen Untersuchungen über.

Ich wählte Rinds-Embryonen, zog es vor, die Lymphdrüsen des Gekröses zu untersuchen, da die constanten Ortsverhältnisse dersel-

ben die Beobachtungen erleichtern. Es liegen die Mesenterialdrüsen des Dünndarms im Rinde zwischen den beiden Blättern des Mesenteriums in mehr oder weniger zu den Darmschlingen paralleler Reihe angeordnet. Führt man also Schnitte vertical auf das Gekröse, und zwar senkrecht auf die Darmschlingen, so geschieht es, daß die Lymphdrüsen zumeist gerade, in der Richtung der Lymphgefäße durchschnitten werden. Ist diese Einrichtung bekannt, so wird es leicht, im Gekröse von Embryonen die Lymphdrüsen in ihrer Entwicklung zu finden. Zu meinen Beobachtungen dienten mir Embryonen, die längere Zeit in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali oder in mäßig concentrirtem Alkohol aufbewahrt wurden. Um Schnitte durch das Gekröse von kleinen Embryonen zu führen, bediente ich mich mit Erfolg der Austrocknungsmethode mittelst Anwendung einer Gummi-Glycerin-Lösung und durchtränkte die Durchschnitte mit Carmin.

Der senkrechte Mesenterialdurchschnitt des kleinsten von mir beobachteten, ungefähr drei Zoll langen Embryos, gerechnet vom Kopf zur Schwanzwurzel, zeigte an der Stelle, wo die Lymphdrüse später entstehen soll, nichts als Längsräume, welche einerseits sich gegen den Darm, andererseits zur Wurzel des Gekröses erstrecken. Diese Räume sind, wie Fig. 1 zeigt, unregelmäßig an jeder Seite des Nerven- und Gefäßbündels angeordnet, welches zwischen den Blättern des Gekröses sich findet; dieser Stelle entsprechend, sind im Erwachsenen die Lymphdrüsen zu finden. Es kommen diese Räume in einer aus embryonalem Bindegewebe bestehenden Masse vor, welche gallertartig und besonders an der den Räumen entsprechenden Stelle reich an Kernen erscheint.

Unter dem Mikroskope erscheinen die Räume in senkrechtem Durchschnitte einer vom andern getrennt. Ich glaube aber, daß sie unter einander verbunden sind, und ein System von communicirenden Räumen vorstellen, welche von der Peripherie des Gekröses gegen das Centrum sich erstrecken; da diese Räume gewunden sind, präsentiren sie sich in senkrechten Durchschnitten in verschiedenen Richtungen durchschnitten, in Folge dessen sie von einander gesondert erscheinen. So habe ich durch mehrfache Beobachtungen in Erfahrung gebracht, daß zwei nahe stehende Räume bei einer bestimmten Entfernung des Objects durch einen Trabekel desselben Gewebes getrennt erscheinen, während sie beim Wechseln in der

Entfernung des Objectivs ihre Communication zeigen. Sie sind keine künstlichen Gebilde, sondern natürliche Räume, da sie, bei starker Vergrößerung betrachtet, im Innern mit einer einfachen Schichte von kernhaltigen Elementen bekleidet gesehen werden (Fig. 2).

Ich glaube diese Räume für Lymphräume oder Lymphgefäße halten zu können, da sie gänzlich den Charakter entbehren, den Blutgefäße an sich haben. Die oben erwähnte Schichte kernhaltiger Elemente bildet dann das Epithelium dieser primitiven Lymphbahnen des Mesenteriums.

Die ersten Spuren der sich bildenden Mesenterialdrüsen habe ich bei Embryonen von 4 Zoll Länge gefunden.

Senkrechte Durchschnitte vom Gekröse zeigen hier an der der Drüse entsprechenden Stelle eine Modification. Es vermehrt sich die Anzahl der Kerne in der nächsten Umgebung der Lymphräume so sehr, daß dieser Theil des Mesenterialdurchschnittes viel dunkler als die anderen Regionen erscheint (Fig. 3).

Mit der Vervielfältigung der Kerne ändert sich zugleich die Form und Richtung der Räume an der Stelle, wo die Drüse sich bilden soll. Sie erscheinen nicht mehr als lange Räume in longitudinaler Richtung, sondern unregelmäßig gewunden, einander sehr viel genähert.

Ich glaube nun, daß alles dies von partieller Zunahme des Gewebes um die Lymphräume herrühre, und man erkennt diese Zunahme an der Vervielfältigung der Kerne an jener Stelle. In Folge der Zunahme des Gewebes sind die Trabekeln, d. h. die Substanzstücke zwischen den Lymphbahnen vergrößert und unregelmäßig geworden, und es haben sich Erhebungen und Vertiefungen gebildet; kurz aus Allem geht hervor, daß der Verlauf der Lymphräume unregelmäßig gewunden und complicirt geworden ist. In Fig. 4 sieht man Formen von Knospen oder Scheiben umgeben von mehr weniger engen Räumen; diese Knospen oder Scheiben sind nichts als quere oder schräge Durchschnitte von Trabekeln, die die Räume trennen. Leicht einzusehen ist, daß auch hier die Räume ein System von communicirenden Räumen darstellen, sowohl weil sie dieselben communicirenden Räume sind, die ich in jüngeren Embryonen gesehen, als auch weil hier Räume zu beobachten sind, die bei bestimmter Entfernung des Objectivs gegenseitig abgeschlossen, bei anderer Entfernung des Objectivs dieselben unter einander communicirend erscheinen.

Bisher sieht man sehr wenig von der künftigen Drüse, aber in senkrechten Durchschnitten des Gekröses eines Embryo von 6½ Zoll Länge ist es schon möglich, etwas mehr zu Gesichte zu bekommen. An derselben Stelle, an der im Gekröse jüngerer Embryonen blos Räume zu sehen sind, entsprechend den Gefäß- und Nervenbündeln, erstreckt sich der Vervielfältigungsproceß der Kerne nicht nur in die Umgebung der Räume, sondern viel weiter. Fig. 5 zeigt den senkrechten Durchschnitt des Gekröses des 6½ Zoll langen Embryos, und zwar die Stelle, wo die Lymphdrüse sich entwickelt. Dem Gefäß- und Nervenbündel zu sieht man Räume unregelmäßig angeordnet, es sind dies die gleichen Lymphräume, welche wir im Gekröse jüngerer Embryonen gesehen haben. Um diese Räume existirt auch eine große Anzahl von Kernen. Hier aber ist die Vervielfältigung der Kerne noch weiter ausgedehnt. Man sieht sie in Fig. 5 in langgestreckter Birnform neben dem Gefäß- und Nervenbündel sich hinziehen. Das stumpfe Ende dieser Birnform entspricht der Seite, an welcher man gegen den Darm hingelangt. Diese ganze Region erscheint wegen der größeren Menge von Kernen, die hier eingestreut sind, unter dem Mikroskope bei schwacher Vergrößerung als eine mehr dunkle Partie, in Folge dessen sie sich von dem übrigen Gewebe des Gekröses stark unterscheidet. Diese in ihrer Form bereits bestimmt begrenzte Masse ist der erste Entwurf der Lymphdrüse.

Jener Theil der Drüse, wo die Räume sind, entspricht dem Hylus, während der andere, in dem keine Räume sich finden, dem Corticaltheil entspricht. Das Gewebe, welches diesen ersten Entwurf der Lymphdrüse bildet, obgleich kernreicher und weniger in bestimmten Richtungen gefasert, als das des umgebenden Mesenteriums, behält doch noch im Allgemeinen den Charakter eines bindegewebigen Stroma bei. Ich will es Grundgewebe der Drüse nennen.

In fortschreitender Entwicklung gibt es einen Moment, in dem der Vervielfältigungsproceß der Kerne sich auszudehnen aufhört; die Umwandlung des Mesenterialbindegewebes in Gewebe, aus dem die Drüse entsteht, begrenzt sich. Das Grundgewebe kann wohl noch zunehmen, jedoch nicht auf Kosten des umgebenden Gewebes, sondern durch Vervielfältigung der eigenen Elemente. Indem an der Peripherie der embryonalen Lymphdrüse eine dünne Schichte in zur Drüsenachse tangentialen Richtungen faserig wird, entsteht eine Demarcationslinie zwischen der faserigen Schichte und der Drüse. Diese

faserige Schichte, in der man längliche Kerne zu unterscheiden anfängt, ist die Anlage für die Hülle der Lymphdrüse (Fig. 6). Während dessen geht im Grundgewebe eine wichtige Bildung vor sich, welche die Lymphdrüse charakterisirt. An einer Stelle derselben gegen den Corticaltheil hin, wo keine Räume, Canäle, existiren, beginnt eine zweite Bildung und Vervielfältigung von Kernen, welche nicht das Aussehen von Bindegewebskernen darbieten, wie jene des Grundgewebes, von dem sie abstammen, sondern das der Kerne im Innern der späteren Elemente der Corticalsubstanz der Drüsen. So beginnen zu dieser Zeit die charakteristischen Elemente der Lymphdrüse sich kundzugeben, es erscheinen dann die Lymphzellen, welche also in letzter Reihe von den Bindegewebszellen des Grundgewebes stammen. Die Fig. 6 zeigt ein Stück senkrechten Durchschnittes einer embryonalen Drüse. An einer Stelle sieht man eine Gruppe von Kernen, die verschieden von jenen sind, welche im Gewebe sind, in dem diese Gruppe eingelagert ist. Wie ich fernerhin in anderen Präparaten beobachtet habe, nimmt die Vervielfältigung dieser Kerne, welche wir Lymphkerne nennen wollen, immer zu, die Gruppe vergrößert sich, bis sich endlich die ganze Masse der Drüse, die Hülle natürlich ausgenommen, bis in die Nähe der Stelle, wo die Lymphräume gefunden werden, voll von solchen Kernen zeigt, während das Grundgewebe noch zurückbleibt.

Zwischen den Canälen kommt es nicht zur Bildung von Lymphkernen, diese beschränkt sich auf das Gebiet des massigen Grundgewebes. Im nämlichen Embryo, an dem die Entwicklung der Hülle und Bildung der Lymphkerne beobachtet worden ist, wird man auch enger Räume zwischen der Hülle und der Peripherie des Corticaltheiles der Drüse ansichtig. Diese engen Räume (spätere Lymphsinus von His) ziehen sich um die ganze Drüse herum, bis sie denjenigen Theil derselben erreichen, in dem sich das bereits besprochene Canalsystem befindet. Mit diesem communiciren sie auch wahrscheinlich. An dem dem Hilus (Partie des ursprünglichen Canalsystems) gegenüberliegenden Corticaltheile bilden sich nun Communicationen, welche die Hülle durchbrechen. Diese Räume müssen die *vasa lymphatica inferentia* vorstellen, welche zur Drüse die Lymphe bringen, die um dieselbe unter der Hülle fließt, bis sie durch die Canäle an der Seite des Hilus, die sich in die *vasa efferentia* fortsetzen, herausbefördert wird.

Fig. 7 stellt den senkrechten Durchschnitt der Mesenterialdrüse eines circa 10 Zoll langen Rindsembryos dar, in dem die Entwicklung der Lymphdrüse bereits beträchtlich fortgeschritten ist. Die Drüse ist voll von Lymphkernen, ausgenommen der Theil, der die Räume enthält; dieser Theil, der nur aus Grundgewebe zusammengesetzt ist, ist derselbe, den wir im 6½ Zoll langen Embryo gesehen haben. Die Kapsel zeigt sich in dieser Periode gut entwickelt; sie bildet um die Drüse herum eine dicke deutlich faserige Schichte, in welcher Bindegewebskerne und deutliche längliche Kerne von contractilen Faserzellen zu sehen sind. Anstatt jener Räume, die im früher beschriebenen Stadium nur unvollständig die ersten Spuren der Hülle von der Drüse trennten, existirt jetzt ein breiterer und vollständiger zwischen beiden sich hinziehender Raum, welcher, wenn er an jener Stelle angekommen, wo sich die Lymphräume befinden, aufhört und sich indirect mit diesen in Verbindung setzt. Hier ist die Hülle von der Drüse nicht mehr getrennt, beide verschmelzen mit einander. Der um die Drüse sich herumziehende Raum erscheint an mehreren Stellen von besondern Septis getheilt, welche, indem sie von der Hülle entspringen, sich eine Strecke weit in die Drüse hineinziehen, dann im Parenchym derselben verschwinden. Zwischen der Hülle und dem Parenchym sieht man spindelförmige Zellen und Fasern hinüber und herüber gehen. Es sind dies die Habenulae der Sinusse, die ihrer Bedeutung nach dem Reticulum in den inneren Lymphbahnen der Drüse entsprechen, welches wir später kennen lernen werden.

Wir wollen nun sehen, wie die Septa entstehen, die von der Hülle zur Drüse gehen. Das Präparat, dargestellt in Fig. 8, zeigt nur wenige solcher Septa, die das Drüsenparenchym an der Peripherie in Lappen theilen, von denen jeder gewiß nicht ein Drüsenelement allein, sondern viele darstelll, da man erwägen muß, daß auch die Drüse mit der Entwicklung des Thieres sich vergrößert, ihr Umkreis nach allen Seiten zunimmt; mit diesem zugleich müssen auch die Lappen wachsen. Doch die Lappen hätten relativ zur Drüse ungeheure Dimensionen und würden in zu geringer Anzahl vorhanden sein, wenn man annehmen wollte, daß sie sich nicht mehr vermehren. Ich glaube somit, daß mit allmähligem Wachsen der Drüse neue Septa entstehen, welche die von den älteren Septen gebildeten Lappen theilen, und hat die Drüse ihre volle Entwicklung erreicht, so findet man die Corticalsubstanz aus so vielen Lappen zusammengesetzt, daß jedes von

ihnen ein Drüsenelement vorstellt. Also wird es möglich sein, in den embryonalen Drüsen eine Bildung von Septen zu beobachten und die Art ihrer Entwicklung zu studiren. Ich habe mich an diesem 10 Zoll langen Embryo überzeugt, daß diese Septa, durch Umbildung der Elemente des Grundgewebes in die faserigen Elemente des Bindegewebes und Muskelgewebes entstehen, eine Umbildung, die an bestimmten Stellen und in bestimmten Richtungen stattfindet.

Die Fig. 8 *a* zeigt eben in Bildung begriffene Septa, inmitten der Lymphkerne spindelfömige Zellen, eine nach der andern angeordnet, gegen die Hülle gewendet; sobald sie zum Raume gelangen, treten sie in Zusammenhang mit dem Systeme der Habenulae und so mit der Hülle.

Die Bildung dieser spindelförmigen Zellen nimmt zu, sie ordnen sich gleichmäßig in der nämlichen Richtung an, ein Bündel zusammensetzend, das sich mit der Kapsel verbindet, wie aus Fig. 8 *b* ersichtlich ist. Leicht wird einzusehen sein, wie bei fortschreitender Entwicklung der Drüse diese Bündel sich verdicken, verlängern, und so ein Septum entstehen kann. Die Septa sind weiter nichts als bindegewebige Balken der Rindensubstanz. In der Drüse, dargestellt in Fig. 7, sieht man den zwischen Hülle und Drüsenparenchym bestehenden Raum blos um das letztere herumziehen, während er in der vollends entwickelten Drüse auch zwischen Septum und Parenchym dringt und den radial gestellten Theil der Lymphsinusse erzeugt. In Drüsen desselben Embryos, die aber vielleicht um ein geringeres mehr in ihrer Entwicklung vorgeschritten waren, fand ich, daß diese Räume an einigen Theilen in Bildung begriffen waren, welche angefangen von der Peripherie, wo sie deutlich zu sehen waren, sich längs den Septis eine Strecke hinzogen, um allmählich aufzuhören. Dem zu Folge ziehen sich die Sinusse von ihrer peripherischen Anlage aus in die Drüse hinein, oder besser, wegen des steten Wachsens und Vorrückens des Parenchyms erscheinen Partien, die früher peripherisch waren, nunmehr als im Innern der Drüse liegend. Wo die Elemente des Grundgewebes zurückbleiben, bilden sie das Reticulum der Lymphsinusse.

Bisher haben wir erfahren, wie sich die Corticalsubstanz der Lymphdrüse bildet, nun handelt es sich um die Entstehungsweise der Marksubstanz derselben. Zuerst glaubte ich, es müsse jener Theil der Drüse des 10 Zoll langen Embryos die Marksubstanz zusammen-

setzen, der die Lymphräume enthält und von dem wir bereits gesprochen haben. Es war leicht vorauszusetzen, daß jene Trabekel, die die Räume von einander trennen, sich in der Folge in Zellenbalken umwandeln, und die Räume der Lymphbahnen herstellen möchten. Wenn nicht auf diese Weise, schien die Entstehung der fibrösen Balken nicht erklärlich; ich habe auf verschiedene Art die Beobachtungen wiederholt, doch nie in den Räumen dieses Theiles der Drüse Spuren weder schon gebildeter, noch in Bildung begriffener fibröser Balken gefunden. Ich habe auch große Embryonen untersucht, wo die Marksubstanz schon theils entwickelt zu sehen war, und wo die fibrösen, obgleich sehr schlanken Balken sich zeigten, jedoch nie verstanden, wie eigentlich an jenem Theile der Drüse, an dem die Räume gefunden werden, die Zellenbalken und fibrösen Balken entstehen können. Wie ich es mir vorgestellt hatte, fand ich es nicht. Der Theil der Drüse, wo die Räume existiren, ist es nicht, aus dem die Marksubstanz hervorgeht, denn es verbleibt so, ohne besondere Änderung einzugehen, während die Marksubstanz an einem andern Theile entsteht.

Wenn man das Präparat, dargestellt in Fig. 7, beobachtet, sieht man, daß der Theil der Drüse, in dem sich die Lymphelemente gebildet und vermehrt haben, nicht allein eine peripherische Zone bildet, im Innern der Kapsel und um denjenigen Theil gelegen, in welchem die Lymphräume bestehen, wie dies der Fall sein müßte, wenn das eine die Corticalsubstanz, das andere die Marksubstanz darstellte; sie macht mehr als zwei Drittel der Fläche aus, und liegt nicht um den Theil, der die Räume enthält, herum, sondern neben ihm, so daß auch er einen seiner Größe entsprechenden Antheil an der Außenfläche hat. An dem von Räumen freien Segmente muß man nun einen peripherischen und einen centralen Theil unterscheiden; mit der Zeit vergrößert sich dieses ganze Segment, während dasjenige, in dem die Räume sind, gar nicht oder nur wenig wächst. Es folgt daraus, daß der centrale Theil zusammen mit dem obgenannten peripherischen zunehmen muß. Der peripherische Theil, wie leicht einzusehen ist, wird die Corticalsubstanz bilden, doch diese nimmt nicht die ganze Drüse ein, sondern nur den peripherischen Theil, so daß der centrale Theil übrig bleibt, welcher an den Theil, in welchem sich die Räume befinden, angrenzt und in den Drüsen des 10 Zoll langen Embryos einen ganz dem peripherischen Theile ähn-

lichen Anblick darbietet. Ich kann nun als gewiß angeben, daß die Marksubstanz sich aus diesem centralen Theile bildet.

Die Art und Weise, wie die Zellen und fibrösen Balken in diesem centralen Theile entstehen, habe ich indessen nicht Schritt für Schritt direct verfolgen können.

Nach den Veränderungen, wie ich sie auf verschiedenen Stufen gefunden habe, muß ich urtheilen, daß die fibrösen (rein bindegewebigen) Balken, ähnlich wie die Septa durch Auswachsen der Elemente zu Spindelzellen entstehen. Daß ferner zwischen ihnen und zwischen den späteren Zellenbalken die Lymphkerne zu Lymphkörperchen heranwachsen, sich mobilisiren und in centripetaler Richtung fortgeführt werden. Hierdurch erklärt sich die Entstehung der inneren Lymphbahnen mit dem Reticulum als zurückgebliebenem Stroma in ihnen; hieraus endlich die Formirung der Zellenbalken aus den Theilen des Drüsengewebes der Marksubstanz, deren zellige Elemente wenigstens für jetzt noch nicht mobilisirt werden.

Da wir nun gesehen haben, wo die Marksubstanz entsteht, bleibt uns noch übrig kennen zu lernen, was jener Theil der Lymphdrüse darstellt, in welchem sich die Lymphräume befinden. Dieser Theil, welcher, wie wir gesehen haben, sich zuerst bildet und dem Hilus der Drüse entspricht, bildet das, was von His mit dem Namen *Hilusstroma* bezeichnet wurde, und vorzüglich in den äußeren Lymphdrüsen des Menschen gefunden wurde. Wir haben gesehen, daß in diesem Theile der embryonalen Lymphdrüse Lymphzellen nicht producirt wurden, sondern das Gewebe den Charakter des Grundgewebes, das ist des embryonalen Bindegewebes beibehalten hat. Dieser Theil aber, welcher im 10 Zoll langen Embryo ein Drittel der Drüse und noch mehr ausmacht, hört zu einer gewissen Zeit zu wachsen auf oder wächst wenig mehr, nie im Verhältniß des Wachsthums der anderen Theile der Drüse. In einem vorgerückteren Stadium, z. B. eines 20 Zoll langen Embryo, sind diese anderen Theile wirklich so gewachsen, im Verhältniß zum Hilusstroma, daß dieses letztere statt ein Drittel der Drüse auszumachen, einen kleinen Bruchtheil bildet, welcher im senkrechten Durchschnitte, dem Hilus entsprechend als eine kleine Zone von meistentheils unregelmäßig halbmondförmiger oder dreieckiger Gestalt von weißgrauer Farbe sich präsentirt (Fig. 9). Da dieser Theil nicht mit den übrigen der Drüse zugenommen hat, ist das Gewebe, welches ihn zusammensetzt,

dichter und deutlicher fibrös geworden und voll eingestreuter ovaler Bindegewebskerne (Fig. 10). In dem Hilusstroma sind viele unregelmäßige Räume zu sehen, ähnlich denen, die man in den Drüsen des 10 Zoll langen Embryo gesehen hat, die unter einander und mit den ausführenden Gefäßen in Communication zu sein scheinen. Außer diesen Räumen bemerkt man in ihm Durchschnitte von großen Blutgefäßen, welche es durchsetzend, in die Drüsen ein- und austreten.

Die Hülle der Drüse, an dem Hilusstroma angelangt, hört auf als Umhüllungsmembran zu existiren, und das Gewebe derselben geht in jenes des Hilusstroma über. — Indem die Hülle aufhört, hören auch die Lymphsinusse zu bestehen auf, die, wenn sie an den Hilus gelangen, sich mit den Räumen des Hilusstroma in Verbindung setzen. An diesem vereinigen sich alle fibrösen Balken der Marksubstanz, indem sie in letzter Reihe gleich dem Hilusstroma aus dem Grundgewebe, welches wir in den jüngsten Embryonen kennen gelernt haben, herstammen. Die Zellenbalken enden, an dem Hilusstroma angelangt, und die Lymphbahnen halten sich in Verbindung mit den Räumen desselben, wie ich es mehrmals zu beobachten Gelegenheit hatte.

Jene Schichte von kernhaltigen Elementen, welche wir die Lymphräume der jüngsten Embryonen auskleiden gesehen haben, habe ich auch in den Lymphräumen des Hilus in allen aufeinanderfolgenden Stadien beobachten können, obgleich sie sich nicht mehr so deutlich zeigte. Ich habe sie auch die Wände der weitesten Räume des Hilusstroma in Drüsen des 10 Zoll langen Embryo, obgleich unvollständig auskleiden gesehen.

Übrigens bestehen die Wände der Räume in der Drüse dieses Embryo aus nichts anderem als aus dem Bindegewebe, aus welchem das ganze Hilusstroma besteht (Fig. 10), und folglich ist in diesem Embryo, so wie in jenem 10 Zoll langen, das Hilusstroma ein Gewebe, in welchem sich ein System von communicirenden Räumen befindet, welche den Anfang der ausführenden Gefäße bilden. Da man in den Drüsen des ausgewachsenen Rindes, in welchen das Hilusstroma auf ein Minimum reducirt ist, anstatt dieser Räume Durchschnitte von dicken Lymphgefäßen sieht, welche mit den Lymphbahnen der Marksubstanz communiciren, so ist es wahrscheinlich, daß mit der fortschreitenden Ausbildung der Drüse und des in Folge dessen ver-

mehrten Lymphstromes, diese kleinen Räume so ausgedehnt werden, daß sie als directe Fortsetzungen (Wurzeln) der *Vasa efferentia* erscheinen.

Indem nun die Entwicklung der Lymphdrüsen fortschreitet, und sowohl die Cortical- als auch die Marksubstanz immer mehr zunimmt, geschieht es, daß das Hilusstroma in den Mesenterialdrüsen des Rindes ganz unbedeutend wird. Ich glaube, daß jene äußeren Lymphdrüsen im erwachsenen Menschen, in welchen nur Corticalsubstanz oder Corticalsubstanz mit geringer Menge Marksubstanz und hingegen sehr viel Hilusstroma vorkommt, nichts anderes als Drüsen seien, in welchen das Wachsthum des Grundgewebes und des eigentlichen Drüsengewebes andere relative Verhältnisse eingehalten hat, als in den Mesenterialdrüsen.

Es bleibt nun übrig, kennen zu lennen, wie sich das Reticulum der Drüsensubstanz bildet. In den ersten Stadien der Entwicklung der Lymphdrüsen sieht man keine Spur von Reticulum. In dem vorgerückteren Stadium, in welchem die Wucherung der Kerne auf die ganze Drüse mit Ausnahme des Hilusstroma, ausgedehnt erscheint, habe ich versucht, sei es durch Auspinseln, sei es einfach durch Schütteln in Wasser das Reticulum zu isoliren, aber vergebens, da das Gewebe eher zerriß, als daß Lymphelemente herausgingen und das Netz isolirt ließen. Nur in den Drüsen des 20 Zoll langen Embryos, und vorzüglich in der Corticalsubstanz, habe ich es präpariren und beobachten können, obgleich mit viel größerer Mühe als im Kalbe und im erwachsenen Thiere. In diesem Stadium erscheint das Reticulum zum größten Theile aus kernhaltigen Zellen bestehend, deren untereinander vereinigte Fortsätze ein Netz bilden, in dessen Maschen die Lymphelemente liegen (Fig. 11). Ich glaube nun, daß die Bildung des Reticulum des Drüsenparenchyms beinahe gleich wie das Reticulum der Lymphbahnen zu Stande komme, und zwar durch Auseinanderweichen der Elemente des Grundgewebes, hervorgerufen durch die Bildung der Lymphzellen im Grundgewebe selbst. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Lymphzellen, indem sie sich vervielfältigen und wachsen, Maschen in dem Gewebe bilden, in welchem sie sich entwickeln; daher, wenn sie auftreten, bleibt ein Netz zurück, welches aus den Elementen des Grundgewebes gebildet ist. Wenn schließlich die Masse des Reticulums bedeutend größer ist, als die ganze Masse des Grundgewebes, welche vor dem Erscheinen des

Reticulums da war, so muß dies dahin erklärt werden, daß gleichzeitig mit den sich entwickelnden Lymphelementen auch die Elemente des Grundgewebes weiter wachsen.

Wenn wir wieder die Lymphdrüse des 10 Zoll langen Embryo rücksichtlich der Lymphwege untersuchen, so ist aus der gegebenen Beschreibung leicht zu ersehen, daß die Lymphe, einmal zwischen der Hülle und dem Drüsenparenchym eingedrungen, rings um das letztere gehen muß, bis zu jenem Theile, welcher das Hilusstroma bildet, wo sie in die Räume, welche sich auf dieser Seite befinden, eintreten würde, und vermittelst dieser in die ausführenden Gefäße. In dieser Zeit also muß die Lymphe um das Drüsenparenchym herum gehen, ohne es zu durchsetzen, da die Lymphbahnen der Marksubstanz noch nicht gebildet sind. Die eintretenden Gefäße zeigen sich um diese Zeit schon sehr deutlich. Die Fig. 12 zeigt ein eintretendes Gefäß, welches in die Drüse eingeht, die Hülle schief durchsetzend. Sehr nahe seiner Einmündung sieht man den Durchschnitt der Klappen, deren Concavität gegen die Drüse hinschaut, und so sicher die Richtung des Lymphstromes anzeigt. Bei allen Beobachtungen, die ich gemacht, habe ich mich überzeugen können, daß das eintretende Gefäß gleich nach der Mündung in den Lymphsinus gänzlich zu bestehen aufhört. Hinsichtlich der ausführenden Gefäße, welche sich an dem Hilus befinden, bin ich, vielleicht wegen ihres gewundenen Verlaufes nicht im Stande gewesen, in senkrechten Durchschnitten die directe Communication derselben mit den Lymphräumen des Hilusstroma zu sehen. Nichtsdestoweniger existirt sie, da sie schon vermittelst Injectionen in erwachsenen Thieren dargelegt wurde; ich selbst habe mich darauf von ihr überzeugen können in älteren Embryonen. In dieser Periode von Entwicklung zeigen sich die Lymphgefäße aus einer einzigen Schichte bestehend, in welcher man Bindegewebszellen und glatte Muskelfasern sieht; die Klappen bestehen aus einer einzigen Schichte von Zellen. Die innere Wand und die Klappen dieser Lymphgefäße sind überdies von einem Epithel bekleidet. Ich kann mich nicht in ausführliche Beschreibungen über den Bau der Lymphgefäße der Lymphdrüsen in den verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung einlassen, da noch weitere Beobachtungen nothwendig sind.

Hinsichtlich des Blutgefäßsystems habe ich nur in den Lymphdrüsen des 10 Zoll langen Embryos bemerken können, daß die

Gefäße durch den Hilus in die Drüse eintreten und sich gegen die Rindensubstanz hinbegeben, wo sie ein Capillarnetz bilden. Deutlicher zeigt sich die Anordnung der Blutgefäße in den Lymphdrüsen des 20 Zoll langen Embryos, in welchen sie nicht von der Anordnung der Blutgefäße in Drüsen Erwachsener abweicht. Erwähnenswerth ist nur, daß in diesem Stadium die Venen, welche die Marksubstanz durchsetzen, relativ viel dicker sind als in den Drüsen Erwachsener.

Die Wände der Capillargefäße, wie ich deutlich in der Corticalsubstanz der Lymphdrüsen von großen Embryonen und jüngeren Kälbern sehen konnte, fand ich in directer Verbindung mit dem Reticulum. Aber diese Verbindung scheint nicht immer allein zu dem Zwecke zu bestehen, den Capillargefäßen zum Stützpunkte zu dienen, sondern häufig mit der Bildung neuer Capillargefäße im Zusammenhang zu stehen. Ich habe sie in Wirklichkeit oft von den capillaren Ausläufern ausgehen gesehen, welche sich, sich verzweigend in das Reticulum fortsetzten und wirklich von der eigentlichen Wand der Capillaren ausgingen. Diese Ausläufer zeigten sich oft als solid; andere Male aber sah man, wie sie von einem Capillargefäße ausgehend, in einer gewissen Strecke hohl werden; die Wände des Capillargefäßes setzten sich fort in die Wände des hohlen Ausläufers. Es ist also wahrscheinlich, daß diese Ausläufer Capillargefäße zu bilden bestimmt waren, die nothwendig wurden in Folge des fortwährenden Wachsthumes der Lymphdrüse. Diese Beobachtungen sind geeignet zu bestätigen, was Dr. Stricker in der letzten Zeit über den Bau und die Entwicklung der Capillargefäße in den Batrachierlarven beobachtet hat [1]). Nach Dr. Stricker wäre ein Capillargefäß daselbst ein röhrenförmiges Protoplasma, welches Ausläufer ausstrecken kann, die sich mit Ausläufern anderer Capillargefäße oder mit den Fortsätzen naher Zellen in der Weise verbinden, daß sie ein einziges netzförmiges System darstellen.

---

[1] Sitzungsberichte, 12. October 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt des Mesenteriums eines 3 Zoll langen Em-
bryos. — 55mal vergrößert.
Bei allen Figuren bedeutet:
l. r. = Lymphräume.
b. g. = Blutgefäße.
n. = Nerven.

„ 2. Derselbe. — 200mal vergrößert.

„ 3. Senkrechter Durchschnitt des Mesenteriums eines 4 Zoll lan-
Embryos. — 55mal vergrößert.

„ 4. Idem. — 200mal vergrößert.

„ 5. Senkrechter Durchschnitt eines Mesenteriums eines $6\frac{1}{2}$ Zoll lan-
Embryos. — 55mal vergrößert.

„ 6. Senkrechter Durchschnitt einer embryonalen Mesenterial-Lymphdr-
desselben $6\frac{1}{2}''$ langen Embryos. — 85mal vergrößert.

„ 7. Senkrechter Durchschnitt einer Mesenterial-Lymphdrüse eines 10 Z-
langen Embryos. — 85mal vergrößert.

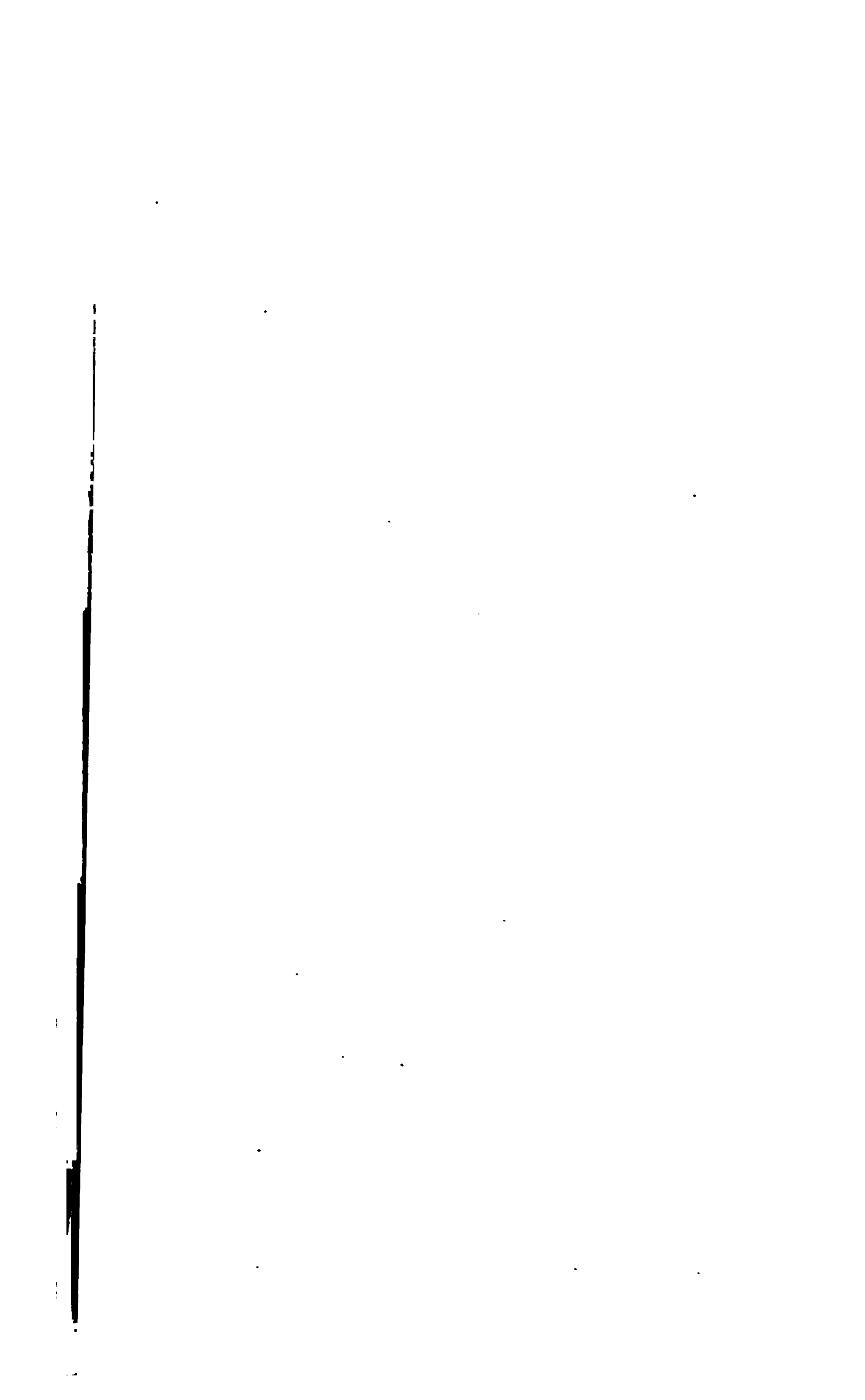
„ 8. Stück eines senkrechten Durchschnittes einer Mesenterial-Lymphdr-
desselben 10 Zoll langen Embryos. — 230mal vergrößert.
a und *b*: Septa der fibrösen Balken der Rindensubstanz in
Entwicklung.

„ 9. Stück eines senkrechten Durchschnittes einer Mesenterial-Lymphdr-
eines 20 Zoll langen Embryos. — 25mal vergrößert.
m. s. Marksubstanz mit blutgefüllten Venen.
h. s. — Hilusstroma.

„ 10. Stück eines senkrechten Durchschnittes des Hilusstroma einer Mese-
terial-Lymphdrüse desselben 20 Zoll langen Embryos. — 214mal ve-
größert.

„ 11. Reticulum der Corticalsubstanz einer Mesenterial-Lymphdrüse dess-
ben 20 Zoll langen Embryos. — 150mal vergrößert.

„ 12. Corticaltheil eines senkrechten Durchschnittes einer Lymphdrüse ei-
10 Zoll langen Embryos. — 230mal vergrößert.
e. l. — Einführendes Lymphgefäß *(Vas inferens)*.



Ser 8

Gez.



Sert

Gez.



Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit einaxiger Krystalle.

Von dem c. M. Vikter v. Lang.

Die vorliegende Untersuchung wurde schon vor einer Reihe von Jahren begonnen, damals in der Hoffnung vielleicht eine einfache Beziehung der Wärmeleitungsfähigkeit der Krystalle mit ihrem magnetischen Verhalten zu constatiren. Diese beiden Eigenschaften der Krystalle dürften hauptsächlich durch die Lagerung der Körpermolecüle bedingt sein und eine Beziehung zwischen diesen Eigenschaften daher leichter aufzufinden sein, als mit solchen, die auch noch von der Elasticität und Anordnung der Äthertheilchen abhängen. Eben so wird die relative Intensität dieser beiden Eigenschaften durch Ellipsoide repräsentirt; in dem speciellen Falle einaxiger Krystalle daher durch Rotationsellipsoide, deren Umdrehungsaxe mit der morphologischen Axe dieser Krystalle zusammenfällt. Diese Rotationsellipsoide sind entweder abgeplattet oder verlängert und ich habe die betreffende Bestimmung an einer Reihe von Krystallen, sowohl für die Wärmeleitungsfähigkeit, als auch für das magnetische Verhalten ausgeführt. Da sich aber keine einfache Beziehung ergab, so begnüge ich mich hier einstweilen blos die in ersterer Hinsicht angestellten Versuche zu beschreiben.

Mit Ausnahme einer vereinzelten Beobachtung Matteucci's sind Untersuchungen über die Wärmeleitungsfähigkeit von Krystallen bisher nur von Senarmont ausgeführt worden. Bestrebt die unter seiner Leitung stehende mineralogische Sammlung wirklich der Wissenschaft nutzbar zu machen, hat derselbe auch an einer Reihe von schönen Mineralien, den Charakter des Wärmeleitungsellipsoides bestimmt. Die nachfolgenden Beobachtungen dagegen beziehen sich sämmtlich auf künstliche Krystalle, und für solche dürfte unter allen physikalischen Eigenschaften die Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit die meisten Schwierigkeiten darbieten. Es ergibt sich dies leicht aus der nachfolgenden Aufzählung der mechanischen Operationen, denen die Krystalle bei dieser Untersuchung unterzogen werden

müssen. Letztere läßt sich daher überhaupt nur an größeren homogenen Krystallen ausführen, wie sie durchgehends nur durch sorgfältiges Aufziehen erhalten werden, und es war mir auch nur durch die Güte des Herrn Bergrathes K. Ritter v. Hauer möglich, diese Untersuchungen ausführen zu können, da ich demselben fast das ganze benützte Materiale verdanke. Ich sage ihm meinen wärmsten Dank für die seltene Liberalität, mit welcher er mühsam aufgezogene Krystalle jeder wissenschaftlichen Untersuchung opfert.

Das bei den nachfolgenden Substanzen fast durchgehends in Anwendung gebrachte Verfahren bestand nun der Reihe nach in folgenden Operationen:

1. Von der betreffenden Substanz wurde ein im Innern möglichst homogener Krystall ausgewählt, und aus demselben mittelst Säge, Messer und Feile eine Platte parallel der morphologischen Axe hergestellt, wenn nicht etwa schon die natürliche Ausbildung des Krystalles dies überflüßig machte. Ist eine solche Platte dick, so bekömmt sie bei der Anwendung der Wärme fast immer Sprünge. Obwohl nun letztere den Versuch meist nicht zu stören scheinen, so ist doch zur Vermeidung dieses Umstandes die Anwendung möglichst dünner Platten gerathener, welche freilich bei der folgenden Operation leicht zu Grunde gehen.

2. Durch die Mitte der Platte wurde nun senkrecht zu ihr mittelst eines sogenannten Metallbohrers ein enges Loch gebohrt, indem der Bohrer einfach mit den Fingerspitzen um seine Axe gedreht wurde. Dieser Proceß geht rascher von Statten, wenn man die Spitze des Bohrers mit dem Lösungsmittel des Krystalles befeuchtet, nur bekommt dann das Loch meist einen etwas größeren Durchmesser. Man wendet daher zum Befeuchten zweckmäßiger eine concentrirte Lösung der Substanz an, wovon man ja nur äußerst wenig bedarf. In dem Momente, als der Bohrer auf der entgegengesetzten Seite der Platte herausdringt, springt die Platte häufig entzwei, dies kann aber dadurch verhindert werden, daß man von beiden Seiten gegen einander bohrt. Der zu meinen Versuchen angewendete Metallbohrer brachte ein Loch mit einem Durchmesser von 0·6 Millim. hervor.

3. Die Platte wurde hierauf auf einer Seite noch etwas abgeschliffen (zuletzt feucht auf einer rauhen Glastafel), um die Ränder des Loches vollkommen scharf zu haben. Diese, auf der Glastafel rauh gemachte Seite muß dann mit einem leicht schmelzenden Körper

gleichförmig überzogen werden, wozu eine Mischung von Wachs und Terpentin mit einem Schmelzpunkt von beiläufig 40° C. angewendet wurde. Bei einzelnen besser leitenden Krystallen nimmt man zweckmäßig etwas härteres Wachs. Krystalle, welche eine gelinde Erwärmung vertragen, kann man leicht mit Wachs durch Schmelzung desselben überziehen. Doch meist ist das Gegentheil der Fall; eine solche Platte wurde zuerst mit Wachs gut eingerieben und dann dasselbe mechanisch möglichst gleichförmig vertheilt, eine Operation, die mit so weichem Wachs keine Schwierigkeiten darbietet. Die Wachsschichte soll natürlich möglichst dünn sein.

4. In das Loch wurde nun von der überzogenen Seite her eine Nähnadel von solcher Dicke eingeführt, daß sie etwa nach einem Drittel ihrer ganzen Länge in der Platte fest stecken blieb. Um zu verhindern, daß bei Erwärmung der Nadel die Platte nicht etwa längs derselben herabgleite, wurde unter die Platte noch ein dünner Kork gesteckt, auf welchem sie fest aufsaß. Die Nadel wurde dann mit ihrer Spitze in einen Schraubstock aufrecht eingeklemmt und derselbe mit dem einen Poldraht einer galvanischen Batterie verbunden; legt man dann den andern Poldraht an das obere Ende der Nadel an, so erleidet dieselbe eine Erwärmung, welche noch dadurch etwas regulirt werden kann, daß man den Poldraht näher oder ferner von der Wachsschicht an die Nadel anlegt. Zur Erzeugung des galvanischen Stromes wurden sechs etwas größere Smee'sche Elemente verwendet, doch wurden dieselben nicht immer vollständig in die Flüßigkeit eingetaucht. Die Erhitzung der Nadel darf nämlich nicht zu rasch geschehen, indem die Platte sonst leicht stärkere Sprünge bekommt, aber sie darf auch nicht zu langsam stattfinden, weil sonst der Übergang vom geschmolzenen zum fest gebliebenen Wachs ein zu allmähliger ist und die Umriße der Ellipse des geschmolzenen und wieder erstarrten Wachses daher schwer festzustellen sind. Der ganze Vorgang kann bequem mit einer Lupe überwacht werden. Ist die Schmelzung des Wachses bis zum gewünschten Punkte vorgeschritten, so entfernt man den einen Poldraht und zieht die Nadel aus der Platte, so lange dieselbe noch warm ist; es bleibt dann nur noch übrig, die Axen der durch das wieder erstarrte Wachs hervorgebrachten Ellipse zu messen, um ihr Verhältniß kennen zu lernen.

5. Die Messung der Axen geschah mit Hilfe eines mit einem Meßtische versehenen Mikroskopes, wobei eine äußerst geringe Ver-

größerung angewendet wurde. Die im Nachfolgenden angegebenen Zahlen sind Tausendtheile eines Wiener Zolles, gehen also durch Multiplication mit 0·02635 (nahezu $^1/_{40}$) in Millimeter über. Ich habe diese Zahlen nicht angegeben, weil ich glaube, daß aus denselben sich wirklich ein genauer Werth für das Verhältniß der Leitungsfähigkeit senkrecht und parallel zur morphologischen Axe folgern läßt, sondern um zugleich ein Bild von der absoluten Größe der Ellipsen zu geben. Zum Überfluße weiß man aus Stefan's Untersuchungen, daß durch die angegebene Beobachtungsmethode nicht die Geschwindigkeit gefunden werden kann, mit der sich eigentlich die Wärme fortpflanzt, sondern nur die Schnelligkeit des Vordringens einer gewissen Temperatur. Doch liegen unzweifelhaft wenigstens die Maxima dieser beiden Geschwindigkeiten in demselben Sinne.

Je nach der Art des Wärmeleitungsellipsoides kann man die einaxigen Krystalle, ähnlich wie in Betreff ihres optischen Charakters, kurz als positive und negative unterscheiden, und zwar nenne ich jene Krystalle, die ein verlängertes Wärmeellipsoid besitzen, thermisch-positiv, die Krystalle mit einem abgeplatteten Ellipsoid thermisch-negativ. Erstere bezeichne ich mit $\underset{+}{\tau}$, letztere mit $\underset{-}{\tau}$. Bei dieser Benennung ist also das Wärmeleitungsellipsoid immer von derselben Art wie die Wellenfläche des außerordentlichen Strahles in einem Krystalle mit gleich bezeichnetem optischen Charakter.

Ich habe zum Schluße dieses Aufsatzes alle bis jetzt untersuchten einaxigen Krystalle mit ihren thermischen Zeichen zusammengestellt und daneben auch ihren optischen Charakter angegeben. Es ergibt sich hieraus, daß bei weitem in der Mehrzahl der Fälle (17 von 24) die Wärmeleitungsfähigkeit und der optische Charakter eines Krystalles dasselbe Zeichen erhalten. Ob dies mehr als ein bloßer Zufall ist, muß ich dahin gestellt sein lassen.

In dieser Zusammenstellung sind folgende Gruppen isomorpher Substanzen enthalten:

TiO_2 $\underset{+}{\tau}$	Al_2O_3 $\underset{-}{\tau}$	K_2CdCl $\underset{+}{\tau}$
ZnO_2 $\underset{+}{\tau}$	Fe_2O_3 $\underset{-}{\tau}$	Am_2CdCl $\underset{+}{\tau}$

$KO, 2HO, AsO_5$ $\underset{-}{\tau}$	CaO, S_2O_5 $\underset{+}{\tau}$
$AmO, 2HO, AsO_5$ $\underset{-}{\tau}$	PbO, S_2O_5 $\underset{-}{\tau}$
$KO, 2HO, PO_5$ $\underset{-}{\tau}$	
$AmO, 2HO, PO_5$ $\underset{-}{\tau}$	

Unter diesen Gruppen hat nur die letzte nicht einerlei Zeichen, was um so auffallender ist, als der unterschwefelsaure Kalk und das entsprechende Bleisalz auch entgegengesetzten optischen Charakter haben. Freilich sind gerade für diese zwei Salze die nachfolgenden Beobachtungen am unsichersten, indem für dieselben die Ellipsen sich nur äußerst wenig von Kreisen unterscheiden. Aber auch die letzte Thatsache allein ist mit Rücksicht auf das entgegengesetzte optische Verhalten dieser Krystalle von Interesse.

Tetragonale Krystalle.

1. Ammonium Kupferchlorid $AmCuCl_2 + 2HO$.

Zwei Versuche mit Platten angestellt, die durch natürliche Flächen gebildet waren, gingen sehr gut von Statten, wie dies überhaupt für Ammoniumsalze Regel ist. Die längere Axe der Wärmeleitungsellipse ist parallel der morphologischen Axe, diese Substanz daher thermisch positiv. Die Messung der Ellipsenaxen ergab:

1. Versuch $83 : 76 = 1 : 0 \cdot 92$,
2. „ $85 : 78 = 1 : 0 \cdot 94$.

2. Magnium Platincyanür $MgPtCy_2 + 3HO$.

Zur Untersuchung wurde die eine Hälfte eines etwas größeren Krystalles verwendet, an welchem die Formen {001}, {100}, {111} mit den Winkeln

$$(111)(001) = 42°16'$$
$$(111)(100) = 62\ 27$$

beobachtet wurden. Der erste Versuch ergab ohne weitere Schwierigkeiten eine Ellipse mit den Axenlängen

$$69 : 76 = 0 \cdot 91 : 1.$$

Nachdem dieselbe Platte von Neuem mit Wachs überzogen und der Wirkung des galvanischen Stromes ausgesetzt worden war, fand man an einer schönen Ellipse

$$73 : 78 = 0 \cdot 93 : 1.$$

In beiden Fällen konnte man schon mit freiem Auge leicht erkennen, daß diese Substanz thermisch negativ ist.

3. Phosphorsaures Kali $KO, 2HO, PO_5$.

Ein mit einer natürlichen Platte angestellter Versuch gab eine Ellipse für deren Axen das Verhältniß

$$55 : 66 = 0 \cdot 83 : 1$$

gefunden wurde. Hiebei ist die kürzere Axe parallel der morphologischen Axe, diese Substanz daher thermisch negativ.

4. Phosphorsaures Ammoniak $AmO, 2HO, PO_5$.

Diese Substanz, isomorph mit der vorhergehenden, ist, was die Leitungsfähigkeit für Wärme betrifft, ebenfalls negativ. Für die Längen der Ellipsenaxen ergaben die an natürlichen Platten angestellten Versuche folgende Werthe:

1. Versuch. Platte beiläufig 6 Millim. dick

$$78 : 87 = 0 \cdot 90 : 1.$$

2. Versuch. Platte 3 Millim. dick

$$116 : 131 = 0 \cdot 89 : 1.$$

3. Versuch. Ellipse nicht ganz regelmäßig

$$84 : 98 = 0 \cdot 86 : 1.$$

5. Arsensaures Kali $KO, 2HO, AsO_5$.

Bei dem einzigen mit einer natürlichen Platte angestellten Versuche mußte der galvanische Strom verhältnißmäßig länger wirken. Wie man schon mit freiem Auge leicht erkannte, ist auch diese Substanz thermisch negativ; die Messung aber ergab

$$76 : 86 = 0 \cdot 88 : 1.$$

6. Arsensaures Ammoniak $AmO, 2HO, AsO_5$.

Eine dünne natürliche Platte lehrte, daß auch diese Substanz, die mit den drei vorhergehenden isomorph ist, sich in Betreff der Wärmeleitungsfähigkeit negativ verhält. Die durch wiederholte Anwendung des galvanischen Stromes hervorgebrachte Ellipse gab für das Verhältniß ihrer Axen

$$64 : 76 = 0 \cdot 84 : 1.$$

7. Schwefelsaures Nickeloxyd $NiO, SO_3 + 6HO$.

Zwei in einem Zwischenraume von fünf Jahren ausgeführte Versuche ergaben übereinstimmend die Wärmeleitungsfähigkeit dieser Substanz negativ. Die gefundenen Axenverhältnisse waren:

1. Versuch 103 : 107 = 1 : 0·96,
2. „ 81 : 89 = 1 : 0·91.

8. Essigsaurer Kupferoxydkalk $CaO, CuO, 2C_4H_3O_3 + 8HO$.

In den Versuchen wurden Platten verschiedener Dicke verwendet, welche entweder durch die vorherrschenden Prismenflächen oder durch die um 45° dagegen geneigten Theilungsflächen gebildet waren. Letztere machen jedoch das Bohren des Loches schwierig, da sie leicht den Zerfall der bearbeiteten Platte bewirken. Man kann bei diesem Salze das Bohren des Loches dadurch umgehen, daß man senkrecht auf die mit Wachs überzogene Fläche eine erhitzte abgebrochene Nadel setzt. Dieselbe schmilzt bis zu einer gewissen Tiefe in die Platte, die dadurch eine ziemlich regelmäßige Erwärmung erleidet [1]). Die auf diese Weise angestellten Versuche sind durch ein vorgesetztes Sternchen bezeichnet.

Diese Substanz wurde übereinstimmend bei allen Versuchen als thermisch positiv bestimmt; die einzelnen für die Ellipsenaxen gefundenen Werthe sind:

1. Versuch. Platte ungefähr 7 Millim. dick

134 : 118 = 1 : 0·88.

*2. Versuch. Eine andere Stelle derselben Platte

68 : 63 = 1 : 0·93.

*3. Versuch.

100 : 92 = 1 : 0·92.

4. Versuch. Ellipse nicht ganz gut

112 : 102 = 1 : 0·91.

---

[1]) Bei Krystallen, in welchen die glühende Nadel nicht eindringt, ist diese Methode ziemlich unbrauchbar, da die von der Nadel ausgestrahlte Wärme zu sehr überwiegt. Aber auch sonst dürften aus dem letzteren Grunde die durch diese Methode gefundenen Axendifferenzen zu klein ausfallen.

5. Versuch. Ellipse ebenfalls nicht ganz schön

$$125 : 111 = 1 : 0\cdot89.$$

6. Versuch. Ellipse ziemlich gut

$$134 : 116 = 1 : 0\cdot87.$$

7. Versuch. Fünf Jahre später angestellt; schöne Ellipse

$$114 : 109 = 1 : 0\cdot96.$$

9. Harnstoff $C_2O_2H_4N_2$.

Die Krystalle, welche mir von dieser Substanz zu Gebote standen, waren leider im Innern sehr zerklüftet, doch konnten wenigstens sehr dünne homogene Platten aus ihnen hergestellt werden. Mittelst solcher fand ich diese Substanz thermisch positiv und erhielt für das Verhältniß der Ellipsenaxen:

1. Versuch,

$$94 : 80 = 1 : 0\cdot85.$$

2. Versuch, nicht so schöne Ellipse

$$58 : 54 = 1 : 0\cdot93.$$

Hexagonale Krystalle.

10. Kalium-Cadmiumchlorid K_2CdCl.

Die Herstellung von durchlöcherten Platten aus dieser Substanz bietet große Schwierigkeiten, indem in Folge der ausgezeichneten Theilbarkeit nach den Rhomboëderflächen die Krystalle bei der Bearbeitung leicht zerbröckeln. Eben so bekommen die Platten bei der Erwärmung immer Sprünge. Die Wärmeleitung ist positiv und die beobachteten Längen der Ellipsenaxen waren:

1. Versuch,

$$71 : 68 = 1 : 0\cdot96.$$

2. Versuch. Ellipse nicht ganz regelmäßig

$$78 : 71 = 1 : 0\cdot91.$$

11. Ammonium-Cadmiumchlorid Am_2CdCl.

Diese Substanz läßt sich im Gegensatze zu der vorhergehenden, mit der sie isomorph ist, gut bearbeiten. Zu Gebote stand eine von natürlichen Flächen gebildete Platte, welche die Wärme ziemlich gut leitete und eine parallel der morphologischen Axe stark verlängerte Ellipse gab. Demzufolge ist diese Substanz ebenfalls thermisch positiv. Die Axenlängen konnten nicht gemessen werden, da die Platte früher in Verlust gerieth.

12. Nickel-Kieselfluorid $NiSiF_3+6HO$.

Diese Substanz, welche sich leicht bearbeiten läßt, gab auf Platten, gebildet durch natürliche Flächen, Ellipsen mit den folgenden Axenlängen:

1. Versuch, Platte ungefähr 3 Millim. dick

$$120:110 = 1:0\cdot92.$$

2. Versuch, ähnliche Platte, Ellipse nicht ganz regelmäßig

$$95:91 = 1:0\cdot96.$$

3. Versuch, fünf Jahre später angestellt

$$115:103 = 1:0\cdot90.$$

Da in allen Fällen die größere Axe parallel der morphologischen Axe gefunden wurde, so ist diese Substanz thermisch positiv.

13. $FeK_2Cy_3+NaO, NO_5+KO, NO$.

Diese merkwürdige Doppelverbindung, welche sich zuweilen aus den Rückständen der Blutlaugensalzfabrication ausscheidet, wurde von Dr. C. A. Martius nebst der von mir ausgeführten krystallographischen Bestimmung in den Monatsberichten der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrgang 1866, beschrieben.

Die Krystalle sind ausgezeichnet theilbar nach der Fläche (111); dies und der Umstand, daß sie bei der Anwendung von Wärme leicht decrepitiren, macht die Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit an ihnen schwierig. Dieselbe ist übrigens jedenfalls negativ.

1. Versuch. Die Sprünge, welche die Platte bei Anwendung des galvanischen Stromes erhält, scheinen nicht zu stören, kleinere Axe parallel der morphologischen Axe. Ihr Verhältniß zur längeren Axe ist

$$97 : 106 = 0 \cdot 92 : 1.$$

2. Versuch an einer neuen Platte angestellt, welche ebenfalls Sprünge bekam; eine Ellipticität konnte an der erhaltenen Curve nicht nachgewiesen werden.

3. Versuch wurde an einer nicht durchlöcherten Platte mit einer schwach glühenden Nadel ausgeführt. Die Ellipse hat ihre kleinere Axe parallel der morphologischen Axe, und das Axenverhältniß

$$62 : 65 = 0 \cdot 97 : 1.$$

4. Versuch auf dieselbe Weise wie der vorhergehende Versuch angestellt, gab er für die Lage der kleineren Ellipsenaxen auch das gleiche Resultat; doch bekam die Platte Sprünge. Es wurde für das Axenverhältniß beobachtet

$$84 : 93 = 0 \cdot 90 : 1.$$

14. Unterschwefelsaurer Kalk CaO, S_2O_5.

Die Beobachtungen an dieser Substanz sind ziemlich schwierig, da die künstlich herzustellenden Platten schon bei der mechanischen Bearbeitung leicht zerbrechen und bei der Anwendung von Wärme sehr leicht Sprünge bekommen. Da einzelne Beobachtungen widersprechende Resultate gaben, so wurde die nachfolgende größere Reihe von Versuchen angestellt, bei welchen die Dimension der zur morphologischen Axe parallelen Ellipsenaxe immer zuerst angeführt ist.

1. Versuch, sehr dünne Platte, gute Curve

$$66 : 66.$$

2. Versuch, dieselbe Platte mit neuem Wachs überzogen, etwas unregelmäßige Ellipse

$$69 : 67.$$

3. Versuch, dünne kleine Platte, unregelmäßige Ellipse

$$79 : 72.$$

4. Versuch, sehr dünne Platte, ziemlich gute Ellipse, durch wiederholte Anwendung des galvanischen Stromes erhalten

77 : 66.

5. Versuch, dünne Platte, mit etwas dickerer Wachsschicht, gute Ellipse

75 : 77.

6. Versuch, dieselbe Platte mit dünner Wachsschicht

70 : 67.

7. Versuch, nicht ganz dünne Platte, bekam alsogleich Sprünge

78 : 78.

8. Versuch, dünne Platte, gute Ellipse

74 : 67.

9. Versuch, schöne Ellipse, aber Sprünge

73 : 70.

10. Versuch

65 : 65.

Der Mehrzahl dieser Beobachtungen zufolge dürfte diese Substanz in Betreff ihrer Wärmeleitungsfähigkeit sich positiv verhalten.

15. Unterschwefelsaures Bleioxyd PbO, S_2O_5.

Diese Substanz, isomorph mit der vorhergehenden, läßt sich sehr leicht mechanisch bearbeiten, doch bekommen die Platten, falls sie nicht sehr dünn sind, bei Anwendung von Wärme ebenfalls Sprünge. Da diese Substanz im Gegensatze zu der entsprechenden Kalkverbindung in der Mehrzahl der Fälle thermisch negativ, aber mit sehr geringer Ellipticität gefunden wurde, so wurde zur genauen Constatirung dieser Thatsache auch hier eine größere Anzahl von Beobachtungen ausgeführt. Dieselben sind meist mit sehr dünnen Platten angestellt; zu einigen Versuchen wurde dieselbe Platte verwendet, indem man sie entweder frisch mit Wachs überzog, oder sie auch mit der früheren Ellipse von Neuem der Wirkung des galvani-

schen Stromes aussetzte. Die nachfolgenden Zahlen geben die in den einzelnen Versuchen beobachteten Dimensionen der Ellipsen und zwar bezieht sich die erste Reihe auf die der morphologischen Axe parallelen Ellipsenaxen; die besser scheinenden Versuche sind mit nachgesetztem Sternchen bezeichnet.

1.	Versuch	140 : 140
2.	„	52 : 52
3.	„	53 : 51
4.	„	67 : 67
5.	„	56 : 55
6.	„	80 : 76
7.	„	90 : 93
8.	„	90 : 91
9.	„	80 : 80
10.	„	86 : 86
11.	„	88 : 90*
12.	„	117 : 117
13.	„	75 : 75
14.	„	71 : 74*
15.	„	89 : 95
16.	„	76 : 80*
17.	„	64 : 66*
18.	„	77 : 81
19.	„	85 : 92

In der folgenden Tabelle, welche alle an einaxigen Krystallen ausgeführten Orientirungen der Wärmeleitungsfähigkeit enthält, sind die Beobachtungen von Senarmont[1]) mit *S*, eine von Matteucci[2]) herrührende Beobachtung mit *M*, und die im Vorhergehenden angeführten Versuche mit *L* bezeichnet.

---

[1]) Ann. de Ch. et de Ph., 3e S., t. 21 et 22.

[2]) Ibid. 3e S., t. 43, p. 467.

Substanz	Opt. Charakt.	Wärme-Leitungsfähigkeit	
Tetragonal.			
Rutil TiO_2	+	$\underset{+}{\tau}$	*S*
Zinnstein SnO_2	+	$\underset{+}{\tau}$	*S*
Calomel Hg_2Cl	+	$\underset{+}{\tau}$	*S*
$AmCuCl_2+2HO$	—	$\underset{+}{\tau}$	*L*
$MgPtCy_2+3HO$	+	$\underline{\tau}$	*L*
$KO, 2HO, PO_5$	—	$\underline{\tau}$	*L*
$AmO, 2HO, PO_5$	—	τ	*L*
$KO, 2HO, AsO_5$	—	$\underline{\tau}$	*L*
$AmO, 2HO, AsO_5$	—	$\underline{\tau}$	*L*
NiO, SO_3+6HO	—	$\underline{\tau}$	*L*
Idokras	—	$\underline{\tau}$	*S*
$CaO, CuO, 2C_4H_3O_3+8HO$ . . .	+	$\underset{+}{\tau}$	*L*
Harnstoff $(CO)_2H_4N_2$	+	$\underset{+}{\tau}$	*L*
Hexagonal.			
Wismuth		—	*M*
Hämatit Fe_2O_3		$\underline{\tau}$	*S*
Korund Al_2O_3	+	$\underline{\tau}$	*S*
Quarz SiO_2	+	$\underset{+}{\tau}$	*S*
Kalkspath CaO, CO_2	—	$\underset{+}{\tau}$	*S*
K_2CdCl	+	$\underset{+}{\tau}$	*L*
Am_2CdCl	+	$\underset{+}{\tau}$	*L*
$NiSiF_3+6HO$	+	$\underset{+}{\tau}$	*L*
$FeK_2Cy_3+NaO, NO_5+KO, NO_5$.	—	$\underline{\tau}$	*L*
CaO, S_2O_5	—	$\underset{+}{\tau}$	*L*
PbO, S_2O_5	+	$\underline{\tau}$	*L*
Beryll	—	$\underset{+}{\tau}$	*S*
Turmalin	—	$\underline{\tau}$	*S.*

Über die Entwickelung von Gasen aus abgestorbenen Pflanzentheilen.

Von Joseph Boehm.

(Mit 1 photo-zinkographirten Tafel.)

Bei der Untersuchung der Gase, welche von den in kohlensaures Wasser eingesenkten grünen Blättern von Landpflanzen ausgeschieden werden, glaubte ich schon vor vier Jahren nebst Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure noch eine geringe Menge eines mit Sauerstoff verbrennbaren Gases gefunden zu haben, dessen Contraction nach der Verpuffung dem Wasserstoffe entsprach. Bald darauf veröffentlichte Boussingault [1]) die Resultate seiner ganz gleichartigen Untersuchungen, bei welchen er eine geringe Menge eines verbrennbaren Gases fand, welches er als ein Gemisch von Kohlenoxyd mit Spuren von Sumpfgas bestimmte.

Da mir in Anbetracht aller bekannten chemisch - physiologischen Thatsachen die Richtigkeit dieses Ergebnisses als eines von lebenden Blättern bedingten Assimilationsprocesses sehr zweifelhaft, wenn aber in meinem oder Boussingault'schem Sinne erwiesen, für die Erkenntniß des so räthselhaften Ernährungsvorganges der Pflanzen von weittragender Bedeutung schien, so habe ich meine Untersuchungen während drei weiterer Vegetationsperioden in der ausgedehntesten Weise fortgesetzt. Die Wintermonate wurden vorzüglich zur Untersuchung der während des Sommers gewonnenen Gase verwendet.

Ich mache die Gasanalysen nach Bunsen's Methode. Nach Absorption der Kohlensäure mit einer Kalikugel und des Sauerstoffes mit Phosphor und pyrogallussaurem Kali wird das rückständige Gas in den Eudiometer übergefüllt, Sauerstoff eingelassen und falls keine

---

[1]) Boussingault, Annales de Chimie et de Phys. III. Ser. 1862. T. 66, p. 295. — Siehe auch: Cloez, Compt. rend. T. 57, p. 354 und Boussingault, ebend. pag. 412.

Verpuffung eintritt, eine hinreichende Menge elektrolytischen Knallgases eingeleitet. Das Knallgas wurde mittelst drei bis vier großen Zinkkohlenelementen und dem von Bunsen [1]) angegebenen Apparate aus einer mit destillirtem Wasser zehnfach verdünnten chemisch reinen Schwefelsäure dargestellt. Nach Bunsen's Angabe hat man hierbei die Bildung von Wasserstoffhyperoxyd in einer die Richtigkeit der Analyse beeinträchtigenden Menge nicht zu besorgen.

Da ich bei mehr als 100 Analysen zu keinem constanten Resultate kam, indem ich nämlich bei den zu verschiedenen Zeiten gemachten Untersuchungen von Portionen desselben Gases bald Wasserstoff fand, bald nicht, konnte letzterer offenbar nur in Folge der Bildung von Wasserstoffhyperoxyd mit dem Knallgase eingeführt worden sein.

Um dieses zu erweisen, wurde reines Stickgas in den Eudiometer gefüllt, Knallgas eingeleitet und verpufft. Je nach der Stromstärke, ferner je nachdem frische oder schon länger gebrauchte Säure angewendet wurde etc., blieb nach der Verpuffung außer dem angewendeten Stickstoff noch eine größere oder geringere Menge Wasserstoff zurück.

Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, daß das bei mancherlei Respirationsversuchen gefundene, mit Sauerstoff verbrennbare Gas theilweise wenigstens auf diese Quelle zurückzuführen ist.

Bei den zahlreichen von mir gemachten Versuchen war unter Anderem mein Augenmerk darauf gerichtet, zu erfahren, in welcher Weise die von denselben Blättern in auf einander folgenden Zeitperioden abgeschiedenen Gase unter einander differiren. Schon bei der Gasgewinnung zeigte sich constant, daß unter Einwirkung des directen Sonnenlichtes die Gasabscheidung in den ersten Versuchsstunden am lebhaftesten erfolgte und daß sich dieselbe, selbst wenn die Blätter in frisches, kohlensaures Wasser gegeben wurden, immer mehr verlangsamte, sich aber nach 2—3 Tagen mit großer Lebhaftigkeit fortsetzte, so daß endlich viel mehr Gas abgeschieden wurde, als das Wasser sammt den Blättern davon enthalten konnte.

Bei der Analyse mit tadelfreiem, aus sehr schwach angesäuertem Wasser dargestelltem Knallgase erwiesen sich die während der ersten Versuchsstunden abgeschiedenen Gase als Kohlensäure, Sauerstoff

---

[1]) Bunsen, Gasometrische Methoden, 1857, Fig. 38.

und Stickstoff ohne allen oder nur mit geringen Spuren von Wasserstoff oder eines anderen verpuffbaren Gases. Das zuletzt abgeschiedene Gas bestand jedoch aus Kohlensäure und aus wechselnden Mengen von Stickstoff und einer mit Sauerstoff verpuffbaren Luftart, welche sich jedoch nicht etwa als Sumpfgas, sondern als Wasserstoffgas erwies.

Wurden die Blätter in destillirtes Wasser gegeben, so erfolget eine beträchtliche Gasabscheidung meist erst nach 2 — 3 Tagen. Auch diese Gase bestanden aus Kohlensäure, Stickstoff und Wasserstoff.

Andere Versuche, deren Resultate ich gelegentlich mittheilen werde, machten mir es unzweifelhaft, daß eine Zersetzung des Wassers von grünen lebenden Pflanzen gewiß nicht erfolgt. Es war daher nur die Möglichkeit offen, daß der gefundene Wasserstoff nicht ein Product der lebenden, sondern ein Zersetzungsproduct der todten Pflanzen sei.

Um diese vorläufig nur subjective Überzeugung zur objectiven Gewißheit zu erheben, wurden die Blätter durch Kochen in Wasser getödtet oder es wurden zu den Versuchen völlig getrocknete Blätter verwendet. Auch hier erfolgte die Gasabscheidung in der oben angegebenen Weise und die Gase erwiesen sich als Kohlensäure, Wasserstoff und Stickgas (stets ohne Spur von Sauerstoff).

Fernere Versuche zeigten, daß diese Gasentwickelung auch im Dunkeln, jedoch nicht unter 10° C. und nicht über 50° C. erfolgt. Die für den Proceß günstigste Temperatur ist die zwischen 30 und 40° C.

Im Zusammenhange mit anderweitigen Untersuchungen wurden die in Rede stehenden Versuche mit Blättern von *Salix fragilis* angestellt.

Nachdem ich einmal wußte, daß die gefundene Gasabscheidung eine von dem Leben der Zellen unabhängige Erscheinung sei, wurden die zu den Versuchen verwendeten Blätter der Bruchweide vorher sorgfältig ausgekocht.

Die Versuche wurden mit dem auf der beigegebenen Tafel, Fig. 1, dargestellten Apparate ausgeführt.

A ist eine nach oben in eine ziemlich enge (gegen 4 Millim. weite) Mündung *a* ausgezogene weite Glasröhre. *B* ist das beiläufig 50 CC. fassende, ungefähr 12 Millim. weite Gasansammlungsrohr, welches bei *b* etwas verengert ist und bei b_1 eine der *a* entsprechende Mündung hat; *a* und b_1 sind durch ein ziemlich dickfleischi-

ges vulcanisirtes Kautschukrohr *c* sorgfältig verbunden und stehen von einander so weit ab, daß dazwischen leicht ein gutschließender Quetschhahn angebracht werden kann. Da ich mich überzeugte, daß selbst durch die besten Kautschukröhren das Wasserstoffgas bei längerer Versuchsdauer in nicht unbedeutender Menge diffundirt, so wurden die verwendeten Kautschukröhren in im Wasserbade geschmolzenem Unschlitte getränkt. Um jede Diffusion unmöglich zu machen, wurde vor der Verbindung von *a* und b_1 auf dem Halse von *B* ein Kautschukrohr *C* von geeigneter Weite gesteckt und selbes sodann nach der Verbindung von *a* und b_1 auf dem Halse *a* in der aus der Figur ersichtlichen Weise durch einen Bindfaden befestiget und nach vollendeter Zusammenstellung des Apparates der Raum *e* mit Wasser gefüllt. Da wegen der Verengerung bei *b* die Füllung der Röhre *B* mit (kochendem) Wasser nach der Verbindung von *a* und b_1 nur mühsam gelingt, so geschieht diese Füllung mittelst einer ausgezogenen Pipette vor der erwähnten Verbindung. Sodann wird die mit der weiten Mündung nach oben gesetzte Röhre (Glocke) *A* bei unseren Versuchen ebenfalls mit destillirtem, kochend heißem Wasser gefüllt und die durch längere Zeit in einem Becherglase gekochten Blätter mittelst einer Kornzange nach *A* gebracht und daselbst mittelst eines starken Kupferdrahtes gleichmäßig vertheilt. Die ganz vollgefüllte Glocke *A* wird mit der linken, durch ein mehrfach zusammengelegtes Tuch vor Verbrühung geschützten Hand gehalten, auf die weite Mündung eine Platte nicht vulcanisirten Kautschuks gelegt und mit der flachen rechten Hand so verschlossen, daß keine Luftblase zurückbleibt und der Apparat sodann mittelst eines größeren mit Wasser gefüllten Gefäßes, auf dessen Grunde sich der theilweise mit Quecksilber gefüllte Glasbecher *D* befindet, in die durch die Figur angezeigte Lage gebracht.

Will man die Versuche im Winter machen und steht dann kein geeignet warmer Raum zur Verfügung, so braucht man den ganzen Apparat nur in einen hinreichend großen, mit Wasser gefüllten Glascylinder zu stellen, wo dann auch die Applicirung der Röhre *C* entfallen kann. Auf dem Sandbade gelingt es leicht, die Temperatur des Wassers in dem Cylinder mittelst eines Gasflämmchens andauernd innerhalb der geeigneten Grenzen zu erhalten. Um das Aufsteigen der Röhre *A* bei eintretender Gasentwickelung zu verhindern, muß dieselbe gehörig beschwert werden.

Nach Beendigung des Versuches verdrängt man das Wasser in der Röhre *B* durch das in *A* ausgeschiedene Gas; es geschieht dies durch geeignetes Schütteln der Röhre *B* und vorsichtiges Aufstossen der Glocke *A*. Die Abschmelzung der mit Gas gefüllten Röhre *B* bei *b* geschieht am Blastische. Ein Auftreiben des Glases hat man der in *A* restirenden Wassersäule wegen nicht zu besorgen. Sollte das Niveau des Quecksilbers außerhalb der Röhre *A* höher stehen als innerhalb derselben, so muß die Röhre *A* während des Abschmelzens über das von Wasser bedeckte Quecksilber des Gefäßes *D* gehoben werden.

Wenn sich während des Versuches in der Glocke *A* mehr Gas abscheidet als die Röhre *B* fassen kann, so verschließt man nach Abschmelzung der ersten Portion bei *b* die Kautschukröhre zwischen *a* und b_1 sorgfältig mittelst eines Schraubenquetschhahnes, entfernt das abgeschmolzene Glasstück bb_1, füllt den dadurch frei gewordenen Theil der Kautschukröhre mit Wasser und setzt eine neue, mit ausgekochtem Wasser gefüllte Gasansammlungsröhre auf.

Bei Gegenwart von viel Gas hat man, um den möglichen Lufteintritt von unten zu vermeiden, dafür zu sorgen, daß das Gefäß *D* stets voll mit Wasser sei. Bei Gewinnung der späteren Gasportionen wird nämlich mit dem Steigen der Wassersäule in *A* und wegen der durch die Erwärmung des Gases während der Abschmelzung bedingten Änderung der Druckverhältnisse, das Quecksilber und Wasser von *D* in die Röhre *A* gesaugt. Um die übergrosse Saugung zu vermindern, ist es angezeigt, vor der Abschmelzung durch Hebung des Apparates das Niveau des Quecksilbers inner- und außerhalb der Glocke *A* gleich zu stellen.

Aus Vorversuchen weiß man schon, wie viel beiläufig Gas abgeschieden werden dürfte und wie groß somit beiläufig *B* sein muß. Sollte das vorhandene Gas die Röhre *B* nicht mehr ganz ausfüllen, so treibt man das Wasser durch Erwärmen des Gases über der Spiritusflamme bis unter *b* aus und verhindert das Aufsteigen desselben bei der Abkühlung vor dem Abschmelzen vermittelst des Quetschers.

Indem ich die in früheren Jahren gemachten Analysen als Vorversuche betrachte und theilweise übergebe, theilweise aber einer späteren Mittheilung vorbehalte, führe ich im Folgenden nur die Analysen der im verflossenen Sommer (1865) gesammelten Gase an.

1. Versuch. Frische Blätter wurden am 21. Juni 1865 durch zwei Stunden in einem eisernen Topfe gekocht. Die Glocke *A* hielt 560 CC. Am 27. Juni waren an der Sonne beiläufig 320 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	36·3
Wasserstoff	63·5
Stickgas	0·2
	100·0

2. Versuch. Blätter: so wie bei dem ersten Versuche. Die Glocke *A*=1612CC. Am 27. Juni waren im Dunkeln 430CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	27·9
Wasserstoff	70·8
Stickgas	1·3
	100·0

3. Versuch. Am 28. Juni wurden frische Blätter durch drei Stunden gekocht. Glocke *A* = 1120 CC. Am 3. Juli waren an der Sonne 90 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	30·1
Wasserstoff	66·5
Stickgas	3·4
	100·0

4. Versuch. Blätter: so wie bei dem dritten Versuche. Glocke *A*=780 CC. Am 3. Juli waren im Dunkeln 80 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	32·4
Wasserstoff	64·3
Stickgas	3·3
	100·0

5. Versuch. Am 4. Juli wurden frische Blätter durch vier Stunden gekocht. Glocke *A* = 560 CC. Am 8. Juli waren an der Sonne 240 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	28·3
Wasserstoff	70·2
Stickgas	1·5
	100·0

6. Versuch. Blätter: so wie bei dem fünften Versuche. Glocke $A = 1120$ CC. Am 8. Juli waren an der Sonne 370 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	29·46
Wasserstoff	67·37
Stickgas	3·17
	100·00

7. Versuch. Blätter: so wie bei dem fünften Versuche. Glocke $A = 340$ CC. Am 8. Juli waren im Dunkeln 340 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	34·5
Wasserstoff	62·8
Stickgas	2·7
	100·0

8. Versuch. Blätter: so wie bei dem fünften Versuche. Glocke $A = 780$ CC. Am 8. Juli waren im Dunkeln 385 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	31·6
Wasserstoff	66·6
Stickgas	1·8
	100·0

Bei den obigen Versuchen wurden in die Glocke A so viel Blätter gegeben, als eben leicht hineinzubringen waren. Am 10. Juli wurden in die große 1612 CC. hältige Glocke nur 40 gekochte Blätter gegeben und der Apparat bis zum 4. October im Dunkeln stehen gelassen. Bei der Analyse erwiesen sich die 6 CC. des abgeschiedenen Gases als reines Wasserstoffgas.

Bei den angeführten Analysen fällt, mit Ausnahme der letzten, die constante Gegenwart von Stickstoff auf. Man sollte wohl glauben, daß durch das anhaltende Kochen aus dem angewendeten Wasser und den Blättern die atmosphärische Luft völlig ausgetrieben wurde.

Wenn auch nicht sehr wahrscheinlich, so war es doch immerhin möglich, daß die geringe Menge des gefundenen Stickstoffes bei der in der oben angegebenen Weise erfolgten Zusammenstellung der Apparate aus der atmosphärischen Luft absorbirt wurde. Der Mangel

an Sauerstoff konnte gegen diese Annahme nicht sprechen, indem ein diesbezüglicher Versuch erwies, was schon a priori nicht zweifelhaft war, daß derselbe während der Versuchszeit von den Blättern in Kohlensäure umgewandelt wird.

Um die Apparate bei völligem Abschlusse der Luft füllen zu können, ließ ich mir einen drei Fuß langen, sechs Zoll tiefen und sechs Zoll weiten Trog aus Weißblech anfertigen. Die in diesem Troge gekochten Blätter wurden mittelst einer Kornzange und eines starken Kupferdrahtes unter Wasser in die Glocke *A* geschoben, der ganze Apparat aufgerichtet und unter Wasser in das ebenfalls in den Trog gebrachte quecksilberhältige Gefäß *D* gestellt.

Obwohl die Blätter im Troge mit zwei starken Gasflammen gekocht wurden, so überstieg die Temperatur des Wassers doch nie 90° C.

Zu den folgenden Versuchen wurden frische Blätter am 10. Juli durch sechs Stunden in dem Troge gekocht.

9. Versuch. Die Glocke *A* = 560 CC. Am 26. Juli waren an der Sonne gegen 500 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	36·3
Wasserstoff	61·4
Stickgas	2·3
	100·0

10. Versuch. Die Glocke *A* = 620 CC. Sonne. Am 27. Juli war die ganze Röhre voll Gas, so daß es unten schon entwich.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	29·8
Wasserstoff	68·7
Stickgas	1·5
	100·0

11. Versuch. Die Glocke *A* enthält 780 CC. Am 25. Juli waren im Dunkeln 250 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	33·3
Wasserstoff	59·7
Stickgas	7·0
	100·0

12. Versuch. Die Glocke *A* enthält 690 CC. Am 25. Juli waren im Dunkeln 300 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	26·3
Wasserstoff	68·2
Stickgas	5·5
	100·0

13. Versuch. Am 27. Juli wurden die Blätter des 11. Versuches neuerdings in dieselbe Glocke mit Brunnenwasser gegeben. Am 10. August waren 250 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	22·6
Wasserstoff	65·1
Stickgas	12·3
	100·0

Da ich durch die bisher angeführten Versuche meine Vermuthungen über die Quelle des Stickgases wohl bekräftiget, sicheren Aufschluß jedoch nicht erhielt, so modificirte ich den Versuch in folgender Weise.

Es wurden am 12. Juli die vorerst durch eine Stunde gekochten frischen Blätter nebst eben frisch ausgekochtem destillirtem Wasser in die Glocke *A* eingefüllt, der Apparat sammt dem eisernen Quecksilbergefäße *D* in einen 20 Zoll hohen Blechcylinder gestellt, dieser mit heißem Wasser gefüllt und durch drei Stunden gekocht. Es entwickelten sich hierbei einige Gasblasen, welche in einer kleinen Röhre *B* in geeigneter Weise gesammelt, sich als reiner Stickstoff erwiesen. — Nach dem Erkalten wurden die Apparate aus den Blechkübeln genommen und an die Sonne gestellt.

14. Versuch. Das Gefäß *A* faßt 412 CC. Am 24. Juli waren 120 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	27·4
Wasserstoff	72·0
Stickgas	0·6
	100·0

15. Versuch. Das Gefäß *A* faßt 385 CC. Am 24. Juli waren 80 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	26·5
Wasserstoff	72·3
Stickgas	1·2
	100·0

16. Versuch. Das Gefäß *A* faßt 300 CC. Am 24. Juli waren 50 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	29·8
Wasserstoff	68·4
Stickgas	1·8
	100·0

Bei obiger Versuchsreihe schien die Gasabscheidung am 24. Juli beendet. In drei anderen gleichzeitig und in gleicher Weise zusammengestellten Apparaten erfolgte selbst nach vier Wochen an der Sonne keine Spur einer Gasabscheidung.

Während ich mit Bestimmtheit voraussetzte, daß der bei den früheren Analysen gefundene Stickstoff aus dem Wasser und den Blättern stamme, schienen die eben angeführten Analysen für eine andere Quelle des in Rede stehenden Gases zu sprechen.

Wenn mir die bisherigen Versuche auch keinen sicheren Aufschluß über die Quelle des Stickgases verschafften, so waren sie doch ein deutlicher Fingerzeig für die Natur des chemischen Processes der ganzen Gasentwickelung überhaupt. Den angeführten Bedingungen entsprechend, war selbe offenbar nur zu erklären:

1. Durch die Annahme, daß zur Einleitung der Gasabscheidung Sauerstoff nothwendig sei, oder

2. daß diese Gasabscheidung ein durch organische Keime bedingter Gährungsproceß sei.

Gegen die erste Voraussetzung, welche in der ganzen Gährungstheorie überhaupt zu den überwundenen Standpunkten gehört, sprechen die aus gekochten Blättern in ausgekochtem Wasser erhaltenen Gase (Versuche 1—8) und insbesondere die Versuche 14, 15 und 16, wodurch fortgesetztes Kochen der ganzen Apparate nur einige Blasen reinen Stickgases abgeschieden wurden.

Im Zusammenhange mit dieser Frage schien es mir von Interesse, zu untersuchen, ob durch die Gegenwart von Sauerstoff der ganze in Rede stehende Vorgang eine Änderung erleide. Zu diesem Zwecke wurden in zwei bei 68° R. im Troge gefüllte Apparate gemessene Mengen von Sauerstoff eingeleitet und der Sonnenwärme ausgesetzt. Die mit Sauerstoff in Berührung gekommenen Blätter wurden bald ganz gebleicht.

17. Versuch. 28. Juli 1865. Die Glocke *A* faßt 560 CC. Es wurden 150 CC. Sauerstoff eingelassen. Am 20. August waren im Ganzen 130 CC. Gas vorhanden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	44·9
Wasserstoff	52·7
Stickgas	2·4
	100·0

18. Versuch. Am 10. Juni 1864 wurde der Apparat bei 65° R. zusammengestellt und 200 CC. Sauerstoff eingelassen. Am 10. August waren 150 CC. Gas vorhanden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	51·5
Wasserstoff	44·8
Stickgas	3·7
	100·0

Sauerstoff hatte also auf den ganzen Vorgang keinen anderen Einfluß, als daß in leicht begreiflicher Weise die relative Menge der Kohlensäure vermehrt wurde.

Durch unsere Versuche zu dem Schlusse geführt, daß der von uns beobachtete Proceß der Gasabscheidung aus Blättern ein durch organische Keime bedingter Gährungsproceß sei, war es wieder an der Zeit, die Quelle des bei allen diesbezüglichen Analysen gefundenen Stickgases weiter zu verfolgen. Die Untersuchungsmethode war jetzt von selbst vorgezeichnet. Es mußte die weingeistige Gährung, welche man am genauesten kennt und am leichtesten einleiten kann, in der angedeuteten Richtung untersucht werden.

Ich habe diese Versuche anfänglich ebenfalls mit einem in Fig. 1 abgebildeten Apparate vorgenommen. An der Stelle der Röhre *B* befand sich ein Glasstab. Die sehr große Röhre *A* wurde mit kochend

heißer Zuckerlösung gefüllt in das ziemlich hohe, zur Hälfte mit Wasser, zur Hälfte mit Quecksilber gefüllte Gefäß *D* gestellt und nach dem Erkalten die Hefe, welche in gekochtem, auf 30° C. erkaltetem Wasser vertheilt war, mittelst des gebogenen Glasrohres *E* nach *A* gebracht und der Apparat in einen hinreichend großen, theilweise mit Wasser gefüllten Glascylinder gestellt. — Nachdem *A* voll Gas war, wurde unterhalb des Glasstöpsels ein Quetschhahn angelegt, der Glasstöpsel entfernt, das Ende des Kautschukrohres mit kochend heißem Wasser gefüllt und eine mit gekochter und erkalteter Kalilösung gefüllte, bei *b* nicht verengerte Röhre *B* aufgesetzt. Nach Absorption der Kohlensäure durch das herabgeschüttelte Kali blieb stets etwas reines Stickgas zurück. Wurde die Kohlensäure erst im Eudiometer absorbirt, so betrug die Menge des gefundenen Stickgases 1—4 Pct.

So wie bei der Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoff aus Blättern wird somit auch bei der weingeistigen Gährung Stickgas abgeschieden. Dieser Stickstoff kann, da an eine diesbezügliche Zersetzung eiweißartiger Substanzen wohl nicht zu denken ist, ungeachtet die angewendeten Flüssigkeiten sorgfältig ausgekocht wurden, doch nur aus von diesen absorbirter atmosphärischer Luft stammen. Daß nur reines Stickgas und nicht auch Sauerstoff abgeschieden wird, ist leicht erklärlich. Macht man den Versuch mit gewöhnlichem Brunnenwasser, so ist das bei der Gährung entbundene, nach Absorption der Kohlensäure mit Kalilauge rückständige nicht unbeträchtliche Gasvolum reines Stickgas.

Der thatsächliche Beweis, daß der bei der Gährung entbundene Stickstoff aus der von der Flüssigkeit absorbirt gewesenen atmosphärischen Luft stammt, kann mit dem auf Fig. 2 abgebildeten Apparate geliefert werden.

Der mit Zuckerlösung gefüllte Kolben *A* ist in einen Hals ausgezogen, auf welchen die Kautschukröhre *B* befestigt ist. Während des (wenigstens zwei Stunden anhaltenden) Kochens wird in den Kautschukschlauch eine 2—3 Fuß lange, ziemlich weite Glasröhre gesteckt, damit das verdampfende Wasser wieder größtentheils zurückfließe. Noch während des Kochens wird diese Röhre entfernt und der Kautschukschlauch mittelst eines Quetschhahnes verschlossen. In den über den Quetschhahn vorstehenden Theil dieses Schlauches wird die mit gährender Flüssigkeit gefüllte Röhre *C* eingesetzt und die

Mündung *c* dieses Rohres in eine concentrirte, schon seit einiger Zeit gährende Flüssigkeit eingetaucht. Diese Flüssigkeit besteht aus gekochter, bis auf 30° C. erkalteter und mit viel Hefe versetzter concentrirter Zuckerlösung, welche in Folge der eingeleiteten Gährung völlig frei von atmosphärischer Luft gemacht wurde. Nach dem Erkalten der Zuckerlösung in *A* entfernt man den Quetschhahn, wo sich dann natürlich der ganze Kolben mit Flüssigkeit füllt. Über die in das quecksilberhältige Gefäß *D* getauchte Mündung *c* wird sogleich die mit concentrirter Kalilauge gefüllte Glasröhre *F* gestellt. An dem Halse von *F* ist, um die spätere Überfüllung in eine geeignete Röhre und von dieser in den Eudiometer zu ermöglichen, der Kautschukschlauch *f* befestiget. — Von jeder während der ersten Zeit der Gährung entbundenen Luftblase steigt ein kleiner Rest unabsorbirt in der Kalilauge auf; das später abgeschiedene Gas ist reine Kohlensäure. Die nicht absorbirten Bläschen erweisen sich bei der Analyse als reiner Stickstoff.

Diese Methode dürfte sich eignen, die Menge des von Wasser absorbirten Stickgases wenn auch nicht absolut genau, so doch genauer zu bestimmen, als dies durch Auskochen möglich ist.

Obige Frage über die Quelle des bei unseren zuerst angeführten Versuchen und bei der Gährung auftretenden Stickgases habe ich deßhalb eingehender erörtert, weil von gewissen Seiten immer noch behauptet wird, daß der bei Respirationsversuchen von Pflanzen aufgefundene Stickstoff theilweise wenigstens von zerlegter stickstoffhältiger Substanz abzuleiten sei!

Nachdem wir nun die Quelle des bei der Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoff aus gekochten Blättern von *Salix fragilis* auftretenden Stickgases kennen gelernt und erfahren haben, daß der ganze Proceß der Gasabscheidung eine Gährungserscheinung sei, entstand die Frage nach den Stoffen, welche die besprochene Zersetzung erleiden.

Um mich vorläufig zu orientiren, wurden frische Blätter von anderen Pflanzen, und zwar die der Schwertlilie, der Buche, des Ginkobaumes und der Lerche in der angedeuteten Richtung untersucht. Unter den entbundenen Gasen wurde stets Wasserstoff gefunden. Die Größe der mit Brunnenwasser gefüllten Glocken *A* (Fig. 1) variirte bei diesen im Sonnenlichte vom 2.—28. August gemachten Versuchen von 280—305 CC.

19. Versuch. **Iris.**

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	32·4
Wasserstoff	46·9
Stickgas	20·7
	100·0

20. Versuch. **Salisburia.**

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	37·9
Wasserstoff	50·1
Stickgas	12·0
	100·0

21. Versuch. **Fagus.**

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	42·5
Wasserstoff	45·2
Stickgas	12·3
	100·0

22. Versuch. **Larix.**

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	30·5
Wasserstoff	35·0
Stickgas	34·5
	100·0

Aus vergilbten, im Herbste abgeworfenen Blättern entwickelte sich kein Gas, — im ungekochten Zustande nur einige Stickstoffblasen.

Die nächste Frage, die ich zu beantworten hatte, war offenbar die, ob die Entwickelung von Wasserstoff auf grüne Blätter beschränkt sei oder ob sie auch aus anderen Pflanzenorganen erfolgt. Die nachstehenden, am 19. August unter Einwirkung des Sonnenlichtes begonnenen und am 6. September geschlossenen Versuche geben hierüber Aufschluß.

23. Versuch. **Quercus.** Zerstossene Früchte. Die Glocke *A* faßt 250 CC. — Brunnenwasser. Es waren 80 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	33·92
Wasserstoff	59·90
Stickgas	6·18
	100·00

24. Versuch. **Aesculus.** Zerstossene Früchte. Die Glocke *A* faßt 210 CC. — Brunnenwasser. Es waren 77 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	46·79
Wasserstoff	48·20
Stickgas	5·01
	100·00

25. Versuch. **Kartoffelbrei.** Nicht gekocht. Die Glocke *A* faßt 204 CC. — Brunnenwasser. Es waren 140 CC. Gas abgeschieden. — Die Analyse wurde von dem Privatdocenten der Chemie Dr. E. Ludwig ausgeführt.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	32·9
Wasserstoff	60·4
Stickgas	6·7
	100·0

26. Versuch. **Kartoffelbrei.** Nicht gekocht. Die Glocke *A* faßt 520 CC. — Brunnenwasser. Es waren 170 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	34·1
Wasserstoff	56·7
Stickgas	9·2
	100·0

27. Versuch. **Kartoffelbrei.** Gekocht, im ausgekochten destillirten Wasser. Die Glocke *A* faßt 520 CC. Es waren 215 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	30·5
Wasserstoff	64·1
Stickgas	5·4
	100·0

28. Versuch. **Weizenmehl.** Die Glocke *A* faßt 120 CC. Sonne. — Brunnenwasser. Es waren 21 CC. Gas abgeschieden [1]).

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	6·7
Wasserstoff	73·4
Stickgas	19·9
	100·0

29. Versuch. **Pfirsichbrei.** In ausgekochtem destillirtem heissem Wasser. Die Glocke *A* faßt 310 CC. Es waren 85 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	58·2
Wasserstoff	35·6
Stickgas	6·2
	100·0

Die gelben und weißen Rüben, die Wurzeln von *Armoracia* und *Raphanus* und die Zwiebeln von *Allium Cepa* entwickelten nach kürzerem oder längerem Stehen mehr oder weniger Gas, welches sich bei der Analyse als Kohlensäure und etwas Stickstoff erwies. Ein Gleiches war der Fall mit den Birnen und der Zuckermelone. Aus dem gekochten Breie der eben genannten Früchte entwickelte sich jedoch ein Gas, welches zum großen Theile aus Wasserstoff bestand. Die Analyse des aus gekochten Birnen gewonnenen Gases verunglückte nach der Verpuffung.

Am 12. September wurde der Brei von Zuckermelonen in der bei den Versuchen Nr. 14, 15 und 16 angegebenen Weise von $^1/_2$12 bis 5 Uhr Abends ausgekocht. Es sonderte sich wenig Gas ab. Nach Abschmelzung der Röhre *B* blieben die Apparate bis am 13. September unverändert stehen, und wurden dann neuerdings von 8—11 Uhr gekocht, ohne daß sich die geringste Menge Luft abschied. Die Apparate wurden dann an die Sonne gestellt. Die Gasabscheidung begann erst am 19. September.

---

[1]) Das aus sorgfältig gereinigter Kartoffelstärke gleichzeitig gewonnene Gas erwies sich ebenfalls als ein Gemenge von Kohlensäure, Wasserstoff und Stickgas.

30. Versuch. Die Glocke *A* faßt 350 CC. Am 4. October waren 120 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	54·9
Wasserstoff	44·5
Stickgas	0·6
	100·0

31. Versuch. Die Glocke *A* faßt 350 CC. Am 4. October waren 90 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	51·4
Wasserstoff	47·4
Stickgas	1·2
	100·0

Die angeführten Resultate machten es wahrscheinlich, daß sich das Wasserstoffgas direct aus dem Traubenzucker entwickelte.

Bei der Untersuchung der zur Gasgewinnung verwendeten Objecte mittelst der Fehling'schen Flüssigkeit zeigte sich, daß der Traubenzucker entweder ganz verschwunden oder doch bedeutend vermindert war. Es lag daher nahe, auch den Traubenzucker in der angedeuteten Richtung zu untersuchen. Es wurden Lösungen von verschiedener Concentration in die Glocke *A* gefüllt. Meist schon am zweiten oder dritten Tage begann die Gasentwickelung und zwar bei den diluirtesten Flüssigkeiten zuerst; bei sehr concentrirten Lösungen unterblieb sie ganz. Die Concentration stand mit der Menge des entbundenen Gases in keinem Verhältnisse. Aus Lösungen von Rohrzucker entwickelte sich kein Gas.

32. Versuch. Die Lösung nicht gekocht. Die Glocke *A* faßt 305 CC. Es waren 80 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	9·9
Wasserstoff	74·6
Stickgas	15·5
	100·0

33. Versuch. Die Lösung nicht gekocht. Die Glocke *A* faßt 160 CC. Es waren 52 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	20·3
Wasserstoff	71·4
Stickgas	8·3
	100·0

34. Versuch. Die Lösung nicht gekocht. Die Glocke *A* faßt 190 CC. Es waren 65 CC. Gas abgeschieden. — Die Analyse wurde von Dr. E. Ludwig ausgeführt.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	12·8
Wasserstoff	77·7
Stickgas	9·5
	100·0

35. Versuch. Die Lösung wurde kochend heiß in die Glocke *A*, welche 290 CC. faßt, eingefüllt. Es waren 60 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	26·5
Wasserstoff	70·1
Stickgas	3·4
	100·0

36. Versuch. Die Lösung wurde kochend heiß in die Glocke *A*, welche 180 CC. faßt, eingefüllt. Es waren 35 CC. Gas abgeschieden.

	Die Analyse ergab:
Kohlensäure	18·6
Wasserstoff	79·7
Stickgas	1·7
	100·0

Nach der Gasgewinnung war die Menge des Traubenzuckers scheinbar unverändert. — Wurden die Lösungen, nachdem die Gasentwickelung aus denselben bereits aufgehört, in frische Apparate gefüllt, so entwickelte sich kein Gas mehr.

Bisher ist nur eine Gährungsart bekannt, welche mit der Abscheidung von Wasserstoff verbunden ist. Es ist dies die Buttersäuregährung des Zuckers, nach der Gleichung:

$$C_6H_{12}O_6 = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 4H.$$

Daß bei allen oben angeführten Analysen viel weniger Kohlensäure als Wasserstoff gefunden wurde, spricht offenbar nicht dagegen, daß das Auftreten des Wasserstoffgases durch Buttersäuregährung bedingt sei.

Nach vielen vergeblichen Versuchen, die relative Menge der von gährenden Blättern ausgeschiedenen Kohlensäure und des Wasserstoffes zu bestimmen, schien dies in sehr einfacher Weise mittelst des auf Fig. 3 dargestellten Apparates zu gelingen. Der ziemlich große 3—4 Liter fassende Kolben *A* wird mit ausgekochtem destillirtem Wasser gefüllt, in ein kochendes Wasserbad gestellt und in denselben vollständig ausgewachsene, eben ausgekochte Blätter eingeführt. Sodann wird das oben verengerte Röhrenstück *B* mit dem Halse der Flasche durch ein in Öl getränktes Kautschukrohr *C* von geeigneter Weite sorgfältig verbunden, der Apparat mit ausgekochtem Wasser vollgefüllt und sodann die ebenfalls mit ausgekochtem Wasser gefüllte Röhre *D* mittelst eines eingefetteten Kautschukrohres *E* aufgesetzt. — *F* ist eine Quecksilberwanne.

Der Apparat wird an einen Ort mit ziemlich gleichförmiger Temperatur (25—30° C.) gestellt. — Beim Beginne der Gährung wird natürlich zuerst Wasser ausgetrieben. — Nachdem die Gasabscheidung schon ein oder zwei Tage angedauert, wird das ferner abgeschiedene Gas gleich in dem mit Quecksilber gefüllten Absorptionsrohre *G* aufgefangen.

Das Mittel von drei Analysen [1] der auf diese Weise gewonnenen Gase ergab:

Kohlensäure	49·2
Wasserstoff	49·4
Stickgas	1·4
	100·0

[1] Diese drei Analysen wurden aus einer großen Anzahl von Versuchen ausgewählt, bei welchen sich ganz andere Verhältnisse von Kohlensäure und Wasserstoff herausstellten. Ich werde hierauf bei einer folgenden Gelegenheit zurückkommen. — In Anbetracht des schon früher Erwähnten ist es wohl fast überflüssig, ausdrücklich hervorzuheben, daß bei sehr lange fortgesetztem Auskochen der Apparate die Gasabscheidung ganz unterbleibt.

Nach vollendeter Gasabscheidung reagirt die Flüssigkeit sehr stark sauer. Wird dieselbe filtrirt, mit Kalilauge neutralisirt, eingedampft und mit Schwefelsäure zerlegt, so tritt der bekannte Geruch nach Buttersäure, — und wenn man vor der Zerlegung mit Schwefelsäure Alkohol zusetzte, der nach Butteräther deutlich hervor.

Das Ferment, durch welches die Buttersäuregährung veranlaßt wird, ist, wie dies Pasteur [1]) zuerst hervorhob, ein Infusorium (?) von außerordentlicher Kleinheit (0·001—0·002 Millim. im Durchmesser), welches sich durch Theilung vermehrt. Die getrennten Individuen machen alle erdenklichen Schling- und Ortsbewegungen; die zu Fäden von meist 0·01 Millim. Länge vereinigten Thierchen gehen meist gerade aus.

Nach vollendeter Gährung sind diese Vibrionen schon stets abgestorben und gleichen in diesem Zustande winzigen Pilzsporen mit Molecularbewegung. Sie bilden, wenn die Gährung in einem Kolben erfolgte, am Ende des Processes einen gelblichen, hefeähnlichen Bodensatz.

Bei der sorgfältigsten und oft wiederholten Untersuchung in verschiedenen Stadien der Gährung konnte ich nur Hefeelemente einer Art auffinden. Es scheint dies dafür zu sprechen, daß die Buttersäuregährung nicht nothwendig durch vorausgegangene Milchsäuregährung bedingt sei, es müßte denn letztere durch dieselben Organismen eingeleitet werden können, wie die Buttersäuregährung.

Die Untersuchungen von Regnault und Reiset [2]), Pettenkofer und Voit [3]) haben es außer Zweifel gestellt, daß sich in den von den Thieren ausgeathmeten Gasen Wasserstoff in nicht unbedeutender Menge finde. Planer [4]) hat gezeigt, daß das Darmgas zum großen Theile aus Kohlensäure und Wasserstoff bestehe. Die Volumina dieser beiden Gase verhalten sich unter normalen Bedingungen wie 1 zu 1, unter abnormen Zuständen der Abscheidung hingegen wie 2 zu 1. — Planer fand in den gegohrenen Darmcontentis keine Buttersäure.

---

[1]) Pasteur. Compt. rend. T. 52, p. 344, 1861 und T. 58, p. 150, 1864.

[2]) Regnault et Reiset, Recherches chim. de la respirat. des animaux des diverses classes. Ann. de chim. et phys. III. Ser. 1849. T. 27, p. 32.

[3]) Pettenkofer und Voit, Untersuchungen über die Respiration. Ann. d. Chemie u. Pharm. v. Woehler, Liebig et Kopp. II. Supplementband, 1862 u. 1863.

[4]) Planer, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1860, Bd. 42, p. 307.

Nach Pettenkofer und Voit fanden sich in der Kohlensäure, welche von Hunden, die durch drei Tage mit Traubenzucker gefüttert waren, ausgeathmet wurde, nahezu 50 Pct. mehr Sauerstoff als aus der Luft aufgenommen wurde. — In den Respirationsproducten eines mit 500 Grm. Fleisch und 200 Grm. Stärke und Zucker gefütterten Hundes waren 4·3—7·2 Grm. Wasserstoff und 3·7—6·3 Grubengas enthalten. Pettenkofer und Voit schließen aus der Menge des auftretenden Wasserstoffes, daß derselbe nicht in Folge von Buttersäuregährung abgeschieden werden konnte. — Ich halte die Frage noch für eine offene, glaube aber bis zum wiederholten und directen Nachweis des Gegentheiles die Buttersäuregährung für die Quelle des in den thierischen Organismen auftretenden Wasserstoffes ansehen zu sollen.

Professor Scherer[1]) fand bei seiner interessanten Analyse der an organischen Substanzen reichen Brückenauer Mineralquellen die niederen Glieder der Reihe der fetten Säuren und sprach über die Entstehung der Buttersäure Vermuthungen aus, welche durch die oben angeführten Untersuchungen vollkommen bestätiget werden. Daß Scherer in den von dem Wasser absorbirten Gasen keinen Wasserstoff aufgefunden, ist vielleicht entweder durch Diffusion oder durch die Gegenwart der vorhandenen Metalloxyde etc. (zu deren Reduction der Wasserstoff in *statu nascenti* verwendet wurde), bedingt.

---

[1]) Liebig's Annalen, 1856, Bd. 99, pag. 257.

Fig. I.

Fig. II.

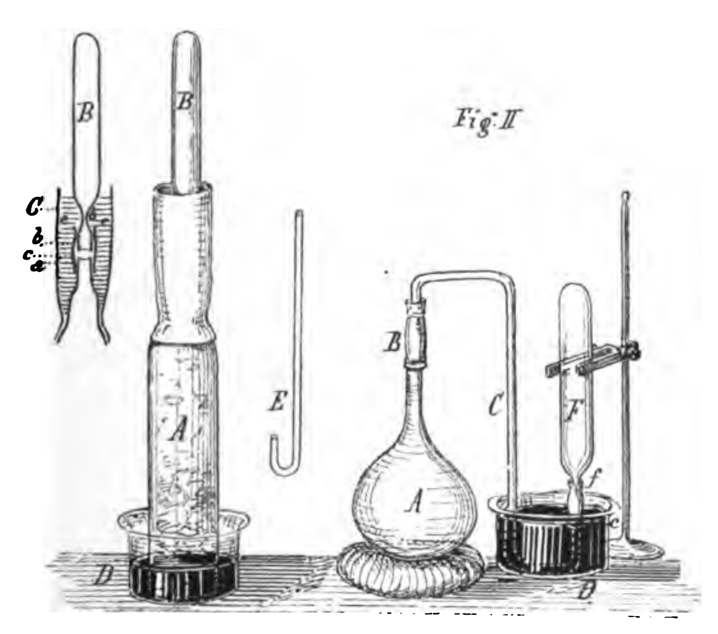


Fig. III.

Zinkographie. Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



XVIII. SITZUNG VOM 12. JULI 1866.

Herr Prof. F. Unger im Vorsitze.

Herr Hofrath W. Ritter v. Haidinger übersendet eine Mittheilung: „Der Meteorsteinfall am 9. Juni 1866 bei Knyahinya nächst Berezna im Ungher Comitate".

Herr Prof. Dr. J. Redtenbacher legt die chemische Analyse der Mineralquelle von Vöslau vor, welche in seinem Laboratorium von den Herren Doctoren H. Siegmund und P. Juhász ausgeführt wurde.

Herr Prof. Dr. R. Kner übergibt eine in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Steindachner durchgeführte Arbeit über einige neue und seltene Fische aus den Samoa- oder Schiffer-Inseln.

Herr Prof. Dr. F. Unger überreicht eine „Notiz über fossile Hölzer aus Abyssinien".

Herr Director Dr. K. v. Littrow legt eine Abhandlung: „Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1866" vor.

Das c. M. Herr Director K. Jelinek übergibt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Über die täglichen Änderungen der Temperatur nach den Beobachtungen der meteorologischen Stationen in Österreich".

Herr Dr. G. Tschermak legt eine Abhandlung: „Über den Silberkies" vor.

Herr Bergrath K. Ritter v. Hauer überreicht eine Abhandlung: „Über ein Doppelsalz von selensaurem Cadmiumoxyd und selensaurem Kali".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Ungarische: Évkönyvei. XI. 2, 3; XII. 1. Pesten, 1864; 4°, Nyelv- és Széptudományi Értesítö. III. 1, 2. 1863—1865; 8°; Philosophiai Értesítö. IV. 2; V. 1. 1864—1865; 8°; Mathematikai Érstesítö. IV. 2, 3; V. 1, 2.

1864—1865; 8º· — Nyelvtudományi Közlemények. III. 2, 3; IV. 1—3. 1864—1865; 8º; Archaeologiai Közlemények. IV. 1—3; V. 1, 2. 1864—1865; 4º; Statistikai és Nemzetgazdasági Közlemények. I. 1, 2. 1865; 8º; Statistikai Közlemények. V. 2; VI. 1, 2. 1864—1865; 8º; Mathematikai és Természettudományi Közlemények. III. Kötet. 1865; 8º· — Almanach. 1863, 1865, 1866. 8º· — *Monumenta Hungariae historica. Scriptores.* VII., XI. & XII. Kötet. 1863; 8º· — Budapesti Szemle. 58—70 Füzet. Uj Folyam. 1.—10. Füzet. 1861—1865; 8º· — Jegyzökönyvei. II. 1, 2; III. 1, 2. 1864—1865; kl. 8º· — A Magyar Nyelv Szótára. II. 5; III. 1—6. 1863—1865; 4º· — Kazinczy Ferenc és Kora. Pest, 1859; 4º· — Sztoczek József, Utasítás meteorologiai Észleletekre. Pest, 1861; 4º· — Magyar és Német Zsebszótár. Második Kiadás. Budan, 1843; 12º· — Hunfalvy Pal, *Chrestomathia Fennica.* Pest, 1861; 8º· — Nyelvtudományi Pályamunkák. III. Kötet. Pesten, 1846; 8º· Természettudományi Pályamunkák. IV. Kölet. Pest. 1858; 8º· — Philosophiai Pályamunkák. II. & III. Kötet. Pesten, 1844 & 1845. 8º· — Szabó József, Magyaritás a Természettudomanyokban. Pest, 1861; 8º· — Brassai Sámuel, Logika Lélektani alapon Fejtegetve. Pest, 1858; 8º· — Fábián István, Finn Nyelvtan. Pest, 1859; 8º· — Szalai István, Tapasztalati Lélektan. Pest, 1858; 8º·

Astronomische Nachrichten. Nr. 1594—1595. Altona, 1866; 4º·

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXII. Nr. 26. Paris, 1866; 4º·

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 1e Livraison. Paris, 1866; 8º·

Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. Mittheilungen. V. Vereinsjahr 1865. Salzburg; 8º·

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1866; 8º·

Istituto, I. R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo XIº, Serie IIIa, Disp. 7a. Venezia, 1865—66; 8º·

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 20. Wien. 1866; 4º·

Reader. Nr. 184, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1866. XVI. Band, Nr. 2. Wien; 8°.

Sternwarte, k. k. in Wien: Annalen. III. Folge, XIII. Band. Jahrgang 1863. Wien, 1866; 8°. — Meteorologische Beobachtungen von 1775—1855. V. Band. Wien, 1866; 8°.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1864—1865. 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 53—55. Wien, 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 18. Gratz, 1866; 4°.

Der Meteorsteinfall am 9. Juni 1866 bei Knyahinya nächst Nagy-Berezna im Ungher Comitate.

Von dem w. M. W. Ritter v. Haidinger.

(Mit 1 Tafel.)

Mitten in den Bedrängnissen des Krieges, während süd- und nordwärts in unseren Marken für Angriff und Vertheidigung des heimischen Herdes die gewaltigsten Schallerscheinungen und Versendung Tod und Verderben bringender Projectile uns umdröhnen, geht uns die Nachricht über ein Ereigniß im Osten des Kaiserreiches zu, das in wissenschaftlicher Beziehung es doch beanspruchen muß, in unsern dem wahren ruhigen Fortschritt gewidmeten Blättern für die Zukunft aufbewahrt zu werden.

Ein Fall von meteorischen Projectilen fand am 9. Juni, Nachmittags zwischen 4 und 5 Uhr Statt. Ich erhielt die erste Nachricht über denselben am 28., und zwar bin ich für diese freundliche Anzeige Herrn Prof. Johann Kriesch am K. Josephs-Polytechnicum in Ofen recht innigst zu Danke verpflichtet. Schon hatte er auch die Möglichkeit einer freundlichen Mittheilung eines Exemplares von den mehreren gefallenen Steinen in Aussicht gestellt, mehrere Angaben verzeichnet, und Herrn Franz Kistler, Ingenieur in Unghvár genannt, von welchem ihm die Kunde zukam. Einer Mittheilung von Herrn Director Dr. M. Hörnes nach, hatte das Fremdenblatt vom 25. Juni eine kurze Notiz gegeben, in welcher der Unghvárer Advocat Herr Lorenz Riczko als Besitzer mehrerer Bruchstücke des Meteors genannt wird. Unter Datum des 3. Juni von Linz verdanke ich unserem hohen Ehrenmitgliede Seiner kaiserlichen Hoheit dem durchlauchtigsten Herrn Erzherzog Stephan die Angabe, daß man erst nur einen ziemlich großen Stein gefunden, da er aber vollständig, ganz überrindet war, und mehrere Personen doch den Eindruck gehabt, als ob sie mehrere einzelne Gegenstände fallen gesehen, so wurde mehr gesucht, und es fanden sich allerdings noch mehrere Stücke, die man

„Bruchstücke" nannte. Auf eine Anfrage von mir erhielt ich sodann von Herrn Kistler eine umfassendere Skizze der Erscheinung, welche ich hier in erster Linie vorlege, und die sich bereits auf die Angaben bezieht, welche Herr Prof. Kriesch mitgetheilt hatte.

„Bezüglich Ihres Geehrten vom 30. Juni nehme ich mir die Freiheit noch einiges als Ergänzung zum Meteorsteinfalle anzuführen, um so mehr als von Seite des Comitates und des Unghvárer Gymnasiums am 2. Juli eine Commission bestimmt wurde, welche sich nach Knyahinya verfügte, um über die Erscheinung eine authentische Berichterstattung einzuleiten, und um noch vorfindige Meteorstücke einzusammeln. Dieser Commission, welche aus dem Comitats-Oberarzt Herrn v. Siró und Herrn Prof. v. Duma bestand, schloß auch ich mich an, um nochmals das Phänomen zu erforschen. Beiliegend folgt auch eine Karte (auf Tafel 1), aus welcher die Lage des Ortes Knyahinya näher geographisch bestimmt ist, so wie auch der Ort mit *A* bezeichnet erscheint (N 10° W von Knyahinya), wo das Zerspringen der äußern Hülle stattfand, und von wo aus dann die gefundenen Steine etwa unter 30 bis 35 Grad (zur Erdoberfläche geneigt) herabfielen. Die Anzahl der Steine dürfte eine sehr bedeutende sein, indem bis jetzt etwa schon 60 Stück von verschiedenen Leuten aufgefunden wurden. Der Streifen *AB* der Karte deutet die Richtung an, in welcher sich die Rauchwolke nach dem Entstehen und nach der Detonation wirbelnd fortbewegte, bis sie endlich in einer Entfernung von 5 bis 6 Meilen, immer mehr abnehmend, sich auflösend verlor. Die intensivste Erscheinung bei Knyahinya herum war folgende: Am 9. Juni Nachmittags um 4 bis 5 Uhr entstand ein krachendes Getöse als würden zu beinahe gleicher Zeit hundert Kanonen abgefeuert, und wer plötzlich in der Richtung des Schalles nach dem Horizont sah, bemerkte ein Wölkchen scheinbar so groß als etwa zehnmal die Sonne, in bedeutender Höhe. Das ganze Firmament war wolkenlos. Gleich auf den Knall sah man aus dem Wölkchen in allen Richtungen grauliche Rauchstrahlen geschleudert, aber ferner keine Lichterscheinung. Zwei bis drei Minuten nach dem Knalle, fing ein wie mit Steinen aneinanderschlagendes Getöse an, welches etwa 10 bis 15 Minuten dauerte und endlich in der Richtung des Pfeiles (S. 5° W.) mit der Rauchsäule entschwand. Gleichzeitig mit dem Anfange dieses Getöses bemerkten die auf dem Felde arbeitenden Bauern auch den Steinfall und etwa eine halbe Stunde lang

einen schwefeligen Geruch. Die bis jetzt aufgefundenen Steine sind alle gleicher Gattung, innerlich und äußerlich, und sind eiskalt zur Erde gelangt. Das war die Erscheinung in der Nähe des Steinfalles. Bei Unghvár herum so wie in dem benachbarten Comitate hörte man beinahe zur selben Zeit ein ähnliches Getöse, sah aber eine feurige Kugel am Firmamente überall radial vom Orte der Explosion weg eilend. Dieselbe Erscheinung sah man nach den in Folge meiner Erkundigungen an mich gelangten Berichten bis jetzt in der Marmaros bei Ökörmezö (12 Meilen in SO.), bei Tokay (16 Meilen in SW.), bei Rakamaz, bei Ujhely (12 M. in SW.), bei Eperies (12 M. in W.), bei Hommona (6 M. in W.) und endlich noch in Galizien bei Ustriky (2 M. in N.). Diese feurigen Kugeln scheinen also dem Innern des bei *A* zerplatzten Meteors zu entstammen.

Den ausführlichen Bericht, sammt gerichtlich aufgezeichneten Zeugen vom Oberarzt v. Siró und Prof. v. Duma, wird das Comitat an die Ofner Statthalterei und an den Herrn Tavernicus Baron Sennyey übersenden, von wo aus derselbe wohl veröffentlicht werden dürfte. Desgleichen wurden von obiger Commission noch eine Anzahl von 35 Stück Meteorsteinen eingesammelt, welche ebenfalls als Beilage eingesendet wurden. Im Laufe des Jahres dürften aber noch mehrere Steine gefunden werden.

Die Steine tragen alle die Spuren des Zersprengtwordenseins. Die Größe der Steine ist ganz verschieden, von ein paar Loth bis zu mehreren Pfunden. Der größte bis jetzt aufgefundene war 27 Pfund schwer. Die größten Stücke sind im Besitze des Nagy-Bereznaer k. k. Revier-Waldbereiters Anton Pokorny in der k. k. Cameral-Domäne Unghvár. Eine von den glühenden Kugeln zu bekommen, ist bis jetzt aber noch Niemanden gelungen.

Auf die von E. H. erhaltene Andeutung habe ich eines von meinen zwei kleinen von dort mitgebrachten Stücken (gewogen 17½ Loth) an das k. k. Hof-Mineraliencabinet übersandt".

„Unghvár am 6 Juli 1866.

Franz Kistler".

Mein hochverehrter Freund Herr Director Hörnes hatte ebenfalls einen Bericht von Herrn Kistler erhalten, nebst dem oben erwähnten Stein, der mir nun vorliegt, und dazu noch ebenfalls mein Bericht, aus welchem so wie aus Herrn Prof. Kriesch's erster freundlicher Mittheilung ich noch einige weitere Angaben anschließe. Die

commissionelle Erhebung der Thatsachen wurde auf Veranlassung der K. Ungarischen Statthalterei gepflogen. Die 35 Stücke, welche die Commission erwarb, wurden in den Dörfern Knyahinya und Striczava auf einer Strecke von 600 Klafter Länge eingesammelt. Den größten Stein von 27 Pfund erwarb Herr Advocat Riczko bei Gelegenheit einer ämtlichen Verhandlung zufällig gleich nach dem Ereignisse. Er zertheilte ihn in mehrere Bruchstücke. Der schwefelige Geruch war eine Meile im Umkreise bemerkbar. Der israelitische Gastwirth gab die bestimmte Äußerung ab, daß der Stein, der, wo er saß vor ihm herabfiel, und den er sogleich aufhob, eiskalt war, aber daß ihm die Hand intensiv nach Schwefel — und Pulver, auch Knoblauch — wie der Ausdruck war — roch, so zwar, daß die Hand noch zwei Tage lang den Geruch beibehielt. Alle Steine haben die Form von Bruchstücken. Die größeren Steine bohrten sich in die Erde ein.

Sehr wichtig ist eine freundliche Mittheilung, welche ich Herrn k. k. Ministerialrath Freiherrn Heufler v. Hohenbühel verdanke, und welche ihm von Herrn Professor Friedrich Hazslinszky in Eperies, also aus einer Entfernung von etwa 12 Meilen Luftlinie westlich vom Schauplatze der Erscheinung zugegangen war.

„Am 9. Juni, Nachmittag kurz vor 5 Uhr waren hier viele hundert Leute Zeugen einer glänzenden Lufterscheinung. Eine große Feuerkugel in Form eines flammenden Besens, mit schwarzrothem Stiel voran und flammendem Kopf flog in östlicher Richtung über Saros und Zemplin und platzte mit ungeheurem Krachen, daß die Erde und Gebäude weit und breit erbebten. Die Trümmer derselben wurden bei dem Dorfe Knyahinya in Unghvár zerstreut“.

In den vorliegenden ersten Mittheilungen finden sich allerdings manche Angaben, welche die eigentlichen Thatsachen der Schallerscheinung und der dieselben begleitenden Eigenthümlichkeiten einigermaßen räthselhaft erscheinen lassen. Manches davon beruht darauf, daß summarische Angaben vorliegen, anstatt einzelner individueller Aussagen. Wir dürfen hoffen, daß der an die K. Ungarische Statthalterei abzuliefernde Bericht manche dieser letzteren enthalten wird, und daß es sodann auch möglich sein wird, fernere Fragen zu neueren Erhebungen zu entwerfen.

Namentlich scheint es räthselhaft, wie man aus größerer Entfernung ja aus der großen von 6 bis 16 Meilen eine Feuerkugel mit aussprühenden glühenden Kugeln sah, während in der Nähe nur an

eine etwa zehnmal so große Wolke als die Sonne mit ausgeschleuderten graulichen Rauchstrahlen die Schallerscheinung sich anschloß. Man kann nicht anders denken, als daß diese Verschiedenheit der Erscheinung eben durch die verschiedene Entfernung bedingt war.

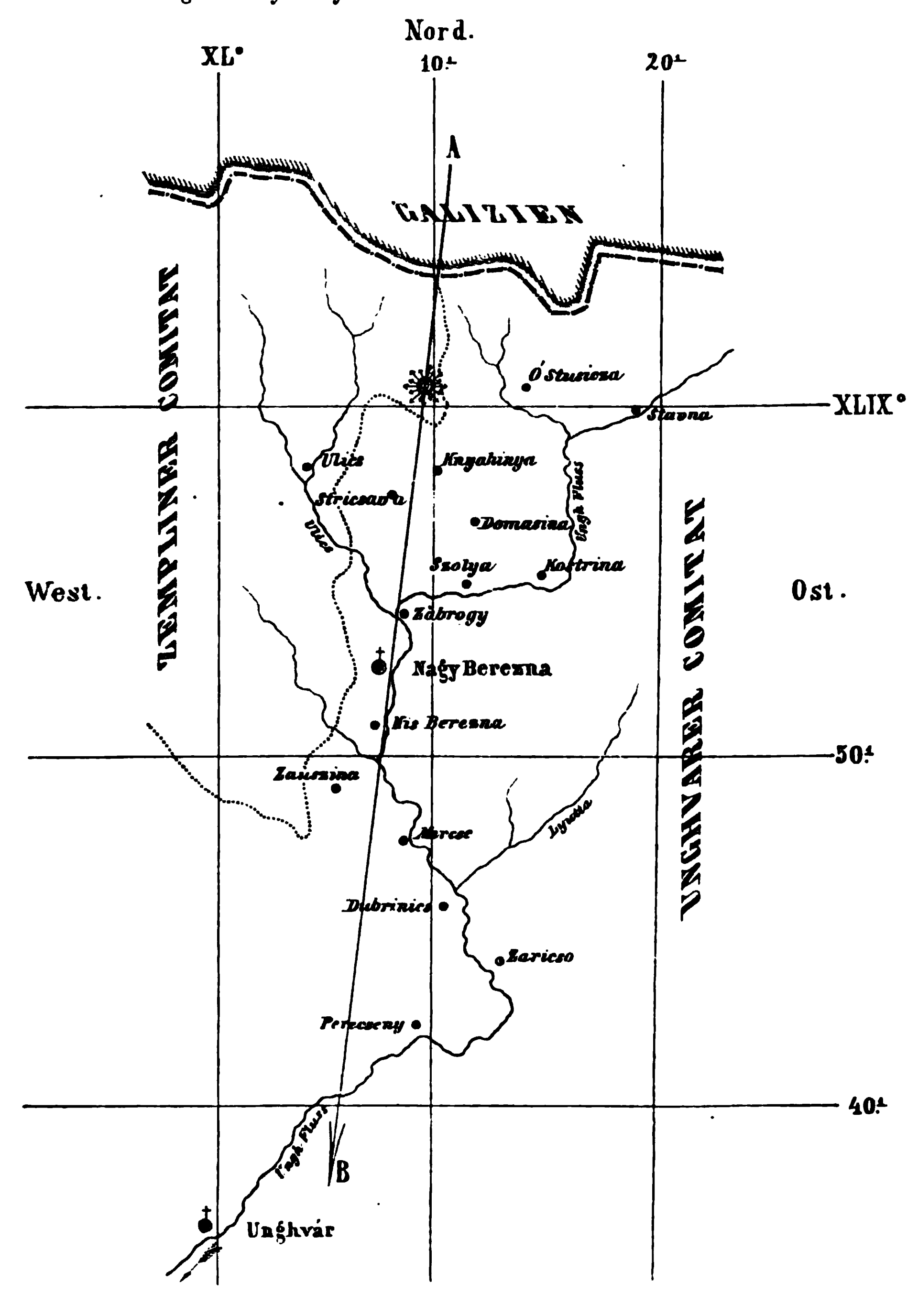
Es wird sich dann auch die Höhe, der Zug des Meteors genauer bestimmen lassen, wenn einzelne Angaben vorliegen.

Vorläufig möge hier der von Herrn Ingenieur Kistler dem k. k. Hof-Mineraliencabinet freundlichst dargebrachte Stein als Grundlage zu einigen Betrachtungen gelten, welche es gewiß wichtig sein wird, mit einer größeren Anzahl von Exemplaren zu vergleichen.

Er ist, wie man von Meteoriten zu sagen pflegt ein „Ganzer Stein", nicht ein Bruchstück von einem solchen. Er ist ganz vollständig überrindet. Die Gestalt läßt sich beschreiben als eine unregelmäßige einfache vierseitige Pyramide, die ziemlich ebene Basis länglich 3 Zoll gegen 2¼ (80 gegen 60 Millim.), mit einer Höhe von 2 Zoll (54 Millim.). Auch die Seitenflächen halten ziemlich ihre Ebene ein, und die Grate oder Kanten sind sehr bestimmt, und nur ganz wenig hin und wieder abgerundet. Eine der Neigungen ist etwa 50°, also weit schärfer als die Kante eines Tetraëders. Gewiß ist indessen doch das Ganze ein wahres Bruchstück, aber eben so gewiß nicht ein solches, das aus einem Hauptkörper erst in unserer Atmosphäre gelegentlich der Detonation seine Bruchstückform angenommen hätte. Unzweifelhaft ist bereits ein Schwarm von Bruchstücken in der Erdatmosphäre angekommen, und in derselben in dem Vorgange des Widerstandes derselben auf allen Seiten gleichförmig überrindet worden. Jede der fünf Haupt-Seitenflächen trägt eine große Zahl kleiner Schmelzgrübchen, wie sie an den meisten Meteoriten vorkommen. Sie verrathen keine Orientirung in der Bewegung des Steines. Der Grad ihrer Kleinheit, etwa zwei bis vier Linien (4 bis 7 Millim.) deutet auf schwierige Schmelzbarkeit der Grundmasse.

An den schärfsten Kanten ist der Stein hin und wieder abgestossen. Es muß dies vorläufig hinreichen, um zu beurtheilen, in welche Abtheilung der bisher bekannten Meteorsteine sich dieser neue von Knyahinya bei Berezna unterordnet, und man kann mit ziemlicher Sicherheit schließen, wie dies Herr Director Hörnes andeutete, daß er in die Nähe von Parnallee, Assam und andern mit einer marmorirten Farbenzeichnung im Schliffe (marbled appearance), zu ordnen sein wird. Die Eröffnung des Innern durch Entzwei-

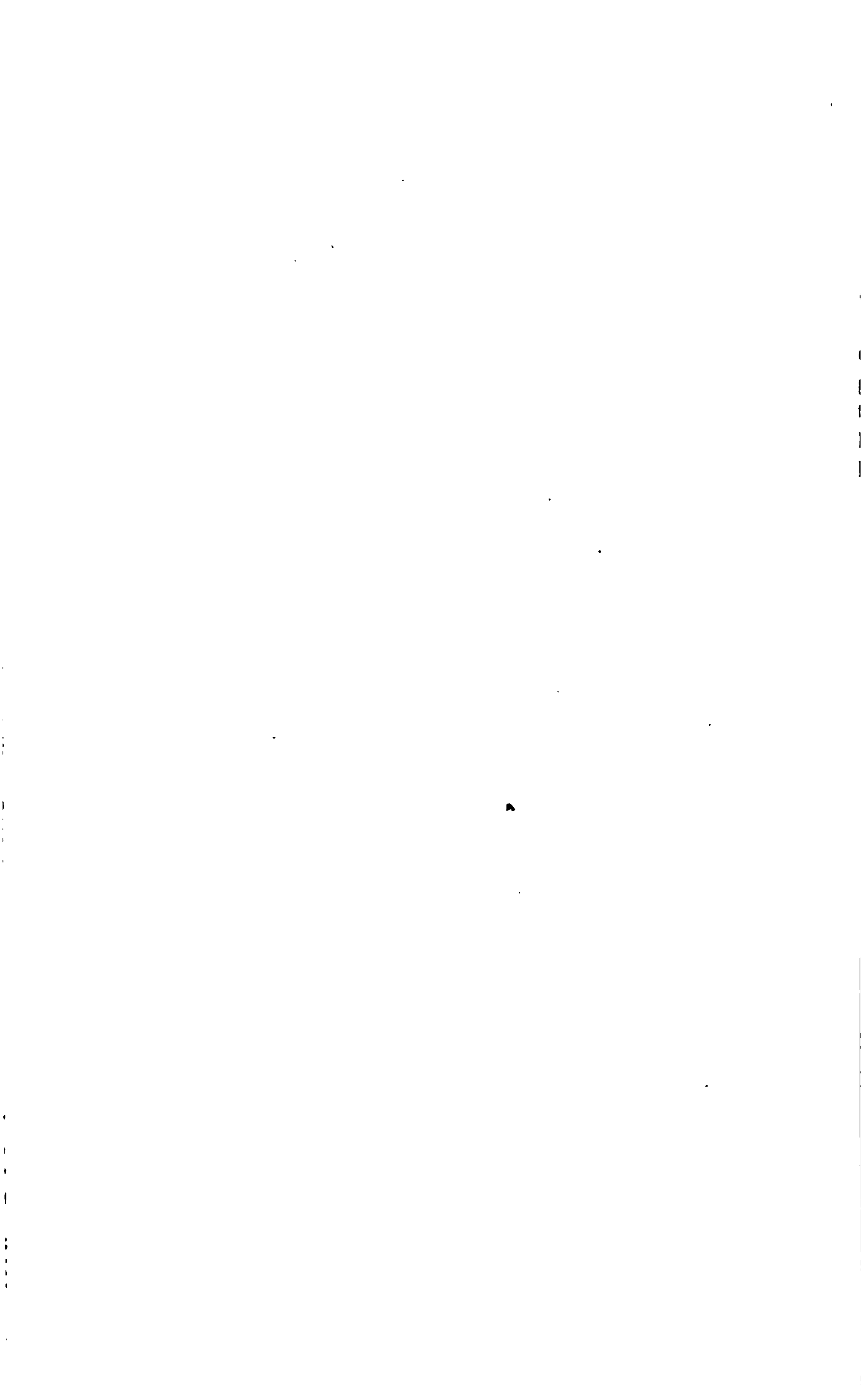
W. K. v. Haidinger. Knyahinya.



Zinkographie.

Süd.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



schneiden, Schleifen und Poliren, die chemische Analyse endlich, der Metalltheile sowohl als der steinigen Masse wird fernere Vergleichungspunkte gewähren, wenn späterhin mehrere Exemplare in den Kreis der Untersuchung gezogen werden. Das eigenthümliche Gewicht des Exemplares fand ich bei 20° R. = 3·520.

Jedenfalls glaube ich, ist bei der heutigen Mittheilung, welche doch noch sehr den Charakter einer bloß vorläufigen besitzt, so viel gewonnen, daß der Fall von Knyahinya bei Berezna im Ungher-Comitate in Ungarn am 9. Juni 1866 zu jenen zählt, in welchen ein ziemlich ansehnlicher Schwarm einzelner Gesteinfragmente auf unserer Erde angekommen ist.

Nachschrift.

Eben erhalte ich von meinem hochverehrten Freunde Herrn A. Daubrée in Paris einen Separat-Abdruck des Berichtes, welchen er an die Académie des Sciences des Institut Impérial de France am 18. Juni d. J. erstattet über einen Meteorsteinfall, welcher am 30. Mai 1866 Früh 3 Uhr 45 Minuten in der Nähe von Saint-Mesmin im Departement de l'Aube, etwa 20 Meilen östlich von Paris sich zugetragen, also nur 10 Tage vor dem Falle von Knyahinya. Drei Steine von etwa $2^1/_2$, $3^1/_2$ und 7 Pfund wurden aufgefunden. Sie mögen nahe mit der Beschaffenheit der Knyahinya-Steine übereinstimmen, da bei denselben von Herrn Daubrée als nächste Ähnlichkeit zuvörderst Parnallee (28. Februar 1857) genannt wird, ferner auch Bremervörde (13. Mai 1855), einige der Steine von l'Aigle (26. April 1803) und von Honolulu (18. September 1825).

Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1866.

Von **Karl v. Littrow,**

wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Die Durchsicht des Berliner Jahrbuches ergab mir folgende bemerkenswerthere Fälle von physischen Zusammenkünften der Asteroiden (1) bis einschließlich (85) für das laufende Jahr:

Proserpina (26) — Echo (60)

1866	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
Februar 11.	0·138	17ʰ 0ᵐ	4ʰ 59ᵐ
März 13.	0·073	15 12	4 54
April 2.	0·059	13 46	4 55
„ 12.	0·068	12 59	4 57
„ 22.	0·085	12 11	5 0
Mai 12.	0·135	10 35	5 5

Melpomene (18) — Nemausa (51)

1866	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
März 23.	0·133	18ʰ 43ᵐ	4ʰ 54ᵐ
April 12.	0·074	17 47	5 2
„ 22.	0·055	17 17	5 6
Mai 2.	0·054	16 45	5 10
„ 12.	0·072	16 10	5 14
„ 22.	0·097	15 33	5 17

Angelina (64) — Leto (68)

1866	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
April 2.	0·113	16ʰ 1ᵐ	3ʰ 43ᵐ
Mai 2.	0·053	13 54	3 43
Juni 1.	0·123	11 29	3 51

Galatea (74) — Eurynome (79)

1866	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
April 12.	0·111	16^h 41^m	4^h 14^m
Mai 12.	0·090	14 43	4 20
Juni 11.	0·138	12 24	4 26

Eugenia (75) — Eurynome (79)

1866	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
August 10.	0·191	7^h 18^m	4^h 44^m
September 9.	0·102	5 44	4 29
„ 19.	0·074	5 16	4 24
„ 29.	0·045	4 50	4 20
October 9.	0·023	4 25	4 17
„ 19.	0·029	4 1	4 14
„ 29.	0·054	3 37	4 11
November 8.	0·084	3 15	4 10
December 8.	0·176	2 10	4 12

Leda (38) — Alkmene (82)

1866	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
October 29.	0·135	2^h 1^m	3^h 33^m
November 28.	0·082	0 50	3 28
December 28.	0·039	23 40	3 29

Die Culminationszeiten beziehen sich auf beliebig einen der beiden Planeten und so wie die halben Tagbogen auf die geographische Lage von Berlin; die gegenseitigen Distanzen sind in Theilen der halben großen Erdbahnaxe gegeben.

Die zuletzt aufgeführten beiden Planeten erreichen das Minimum ihrer gegenseitigen Distanz erst im Jahre 1867. Die Combination Eugenia (45) — Eurynome (79) gibt eine der engsten, bisher bekannten Zusammenkünfte.

Die Combination Asia (67) — Feronia (72), welche im vorigen Jahre durch das lange Andauern einer gegenseitigen Distanz unter 0·1 (von April bis December) auffiel, bleibt in diesem Verhältnisse auch in diesem Jahre bis in den Mai.

Eugenia (45) und Massalia (20) kommen im Anfange des künftigen Jahres zusammen; schon aus den vorliegenden Ephemeriden ergibt sich für 1867 Jänner 7. gegenseitige Distanz 0·086.

Angelina (64) und Euterpe (27) kommen einander zwar kaum unter 0·1 nahe, bleiben aber beiläufig in dieser wechselseitigen Distanz beinahe ein ganzes Jahr lang.

Die in meiner allgemeinen Untersuchung des hier vorliegenden Problemes (Denkschriften math.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften XVI. Band) für Mitte October vorausgesagte Zusammenkunft Calliope (22) — Egeria (13) hat sich nur im Allgemeinen bestätigt, indem für September 9 sich eine, aber keineswegs irgend besondere gegenseitige Näherung der beiden genannten Himmelskörper ergab.

Über ein Doppelsalz von selensaurem Cadmiumoxyd und selensaurem Kali.

Von Bergrath **Karl Ritter v. Hauer.**

(Mit 1 Tafel.)

Bei der Darstellung von Selensäure nach dem Verfahren von Mitscherlich erhielt ich ein Product, welches neben freier Säure auch noch eine Quantität von selensaurem Kali enthielt. Diese Lösung, mit kohlensaurem Cadmiumoxyd gesättigt, gab nach der Concentration in der Hitze beim Erkalten schöne Krystalle eines Doppelsalzes, dessen Form aber durchaus nicht mit jener der bekannten schwefel- und selensauren Doppelsalze der Magniumgruppe (mit 6 Äquivalenten Wasser) übereinstimmte. Die Untersuchung ergab, daß die Verbindung nur 2 Äquivalente Wasser enthalte und nach der Form

$$KaO.SeO_3+CdO.SeO_3+2HO$$

zusammengesetzt sei. Die Krystalle sind wasserhell, luftbeständig, lassen sich ohne Zersetzung umkrystallisiren und es zeigt das Salz denselben Hydratzustand, ob es bei höherer oder niedrigerer Temperatur anschießt. Die berechneten Mengen der componirenden Bestandtheile nach der angeführten Formel, und die gefundenen für 100 Theile sind die folgenden:

	Theorie:		Versuch:	
KaO	47·2	18·39	—	18·40
CdO	64	24·94	25·23	—
$2SeO_3$	127·4	49·64	49·18	48·98
2HO	18	7·01	7·86	—

Herr Dr. Krenner war so gütig, eine genaue krystallographische Bestimmung des Salzes zu entwerfen, die im Nachstehenden angeführt ist. Es geht daraus hervor, daß diese Verbindung isomorph

ist mit einer kleinen Serie von schwefelsauren Doppelsalzen, welche Marignac beschrieb [1]. Es sind dies:

$$KaO.SO_3 + MnO.SO_3 + 2HO$$
$$KaO.SO_3 + FeO.SO_3 + 2HO$$
$$NaO.SO_3 + MnO.SO_3 + 2HO$$

von welchen das erste bei 40—50°, das zweite bei 50—60° aus der Lösung krystallisirte. Da das in Rede stehende selensaure Doppelsalz bei gewöhnlicher Temperatur mit dem gleichen niedrigen Wassergehalte krystallisirt, so wiederholt sich hier eine an selensauren Salzen schon mehrfach beobachtete Erscheinung, daß nämlich die Selensäure mit verschiedenen Oxyden bei gewöhnlicher Temperatur Hydrate bildet, deren Analoga mit Schwefelsäure nur bei einer bedeutend höheren Temperatur entstehen [2].

Bezüglich der krystallographischen Bestimmung theilte mir Dr. Krenner Folgendes mit:

Das Krystallsystem des Salzes ist das triklinische. Die Krystalle zeigen entweder eine tafelförmige Ausbildung durch das Vorherrschen der Fläche *a*(100), seltener durch das der Fläche *b*(010) oder sie bilden Säulen nach der aufrechten Axe. Es sind meistens Zwillinge, sehr selten einfache Formen. Die Formen, welche vorkommen, sind folgende 13:

$a(100)$, $b(010)$, $k(110)$, $n(\bar{1}10)$, $v(\bar{1}11)$, $r(1\bar{1}1)$, $x(113)$,
$e(\bar{1}13)$, $s(1\bar{1}3)$, $f(\bar{1}\bar{1}3)$, $y(1\bar{3}3)$, $u(\bar{1}\bar{3}3)$, $w(139)$.

Die Neigungen der Normalen dieser Flächen, sowohl die beobachteten, als jene durch Rechnung erhaltenen sind in nachfolgender Reihe zusammengestellt, und die Winkelwerthe, die Marignac für seine Salze erhalten hat, zum Vergleiche beigesetzt. Zur besseren Übersicht sind Marignac's Buchstaben unter Klammern beigefügt.

---

[1] Annales des mines, 1855, p. 1.

[2] Wie z. B. das quadratische Nickelsalz $NiO.SeO_3 + 6$ Äqu.

	$\begin{matrix}KaO\\CdO\end{matrix} 2SeO_3+2HO$ obs.	calc.		$\begin{matrix}KaO\\MnO\end{matrix} 2SO_3+2HO$	$\begin{matrix}KaO\\FeO\end{matrix} 2SO_3+2HO$	$\begin{matrix}NaO\\MnO\end{matrix} 2SO_3+2HO$
ab	64°10	64°10	(α^2P)	63°36	64° appr.	„
bn	66°34	*66°34	(PA)	67°	„	67°16
an	49°16	*49°16	(α^2A)	49°24	„	„
bk	34°55	*34°55	„	„	„	„
vā	60°34	60°56	$(B\alpha^2)$	61°22	60°28	„
vn	35°34	*35°34	(AB)	37°27	„	50°21 *
vb	67°40	67°47	(RP)	69°	68°45	62°38 (?)
eā	78°48	79°14	$(M\alpha^2)$	79°51	„	„
en̄	66°43	66°43	(MA)	68°57	„	68°
eb	75°54	*75°54	(MP)	77°48	„	66°20 (?)
ev	31°9	31°9	(BM)	31°30	„	„
xa	52°48	53°45	$(v\alpha^2)$	54°25	„	„
xb	58°54	58°17	(oP)	60°17	„	„
wa	67°2	66°56	„	„	„	„
wb	61°57	61°39	„	„	„	„
fā	62°11	61°59	$(p\alpha^2)$	„	„	„
fb̄	62°52	62°29	„	„	„	„
fu	24°30	24°46	$(pp^1/_2)$	24°0	„	„
uā	58°42	58°3	$(p^1/_2A^2)$	58°51	„	„
ub	37°16	37°16	$(Pp^1/_2)$	38°10	„	„
sa	66°58	60°57	$(N\alpha^2)$	68°47	„	„
sb̄	83°20	83°56	(NP)	83°7	„	84°30
sn	61°28	61°43	(NA)	61°48	„	65–69°
ra	53°35	54°6	$(s\alpha^2)$	55°8	„	„
rn	33°20	33°35	(sA)	34°28	„	„
rb̄	73°33	73°47	„	„	„	„
ya	87°	87°8	„	„	„	„
yb̄	51° appr.	50°22	(Pu)	„	„	49°30
yn	„	53°59	(An)	„	„	53°51
vr	110°20	110°51	(Bs)	„	109° appr.	„

*) Vielleicht (α^2A).

Die Spaltbarkeit ist nach Fläche *a*(100) ausgezeichnet, nach Fläche *b*(010) sehr gut.

Fläche *s*(1$\bar{1}$3) zeigt sehr häufig eine Streifung nach *n*($\bar{1}$10).

Was die Bildungsgesetze der Zwillinge betrifft, so sind dies folgende:

1. Gesetz: Zwillingsaxe parallel der *Z*-Axe, d. i. die Axe der Zone *a*(100), *b*(010); sie sind Juxtapositions-Zwillinge, die mit der Fläche *a*(100) an einander liegen. Entweder ist die Fläche *a*(100) oder die Fläche *b*(010) vorherrschend. Es ist dies der gewöhnlichere und häufigere Fall.

2. Gesetz: Zwillingsaxe parallel der Normale auf die Fläche *b*(010), mit welcher Fläche die beiden Individuen dieser Juxtapositions-Zwillinge ebenfalls an einander gelagert sind.

Dieser Fall kommt seltener vor und zeigt sich dabei die Fläche *n*($\bar{1}$10) ungewöhnlich entwickelt.

3. Mehrere Fälle wurden beobachtet, an denen beide Zwillingsgesetze vereinigt waren. Zwei nach dem zweiten Gesetze gebildete Individuen sind nach dem ersten Gesetz in Zwillingsstellung, wobei ihre Trennungsebene senkrecht zur Fläche *b*(010) ist. Diese Vierlinge sind selten.

Die Combinationen der Formen anlangend, so sind einige der häufigsten wie sie Fig. 1, bestehend aus den Flächen *a b n o e s r*, und Fig. 2, bestehend aus den Flächen *a b k n e x s r*, darstellen.

Auf Fig. 2 ist auch die Fläche *w* gezeichnet, weil sie ebenfalls, jedoch nur sehr selten, an dieser Combination auftrat.

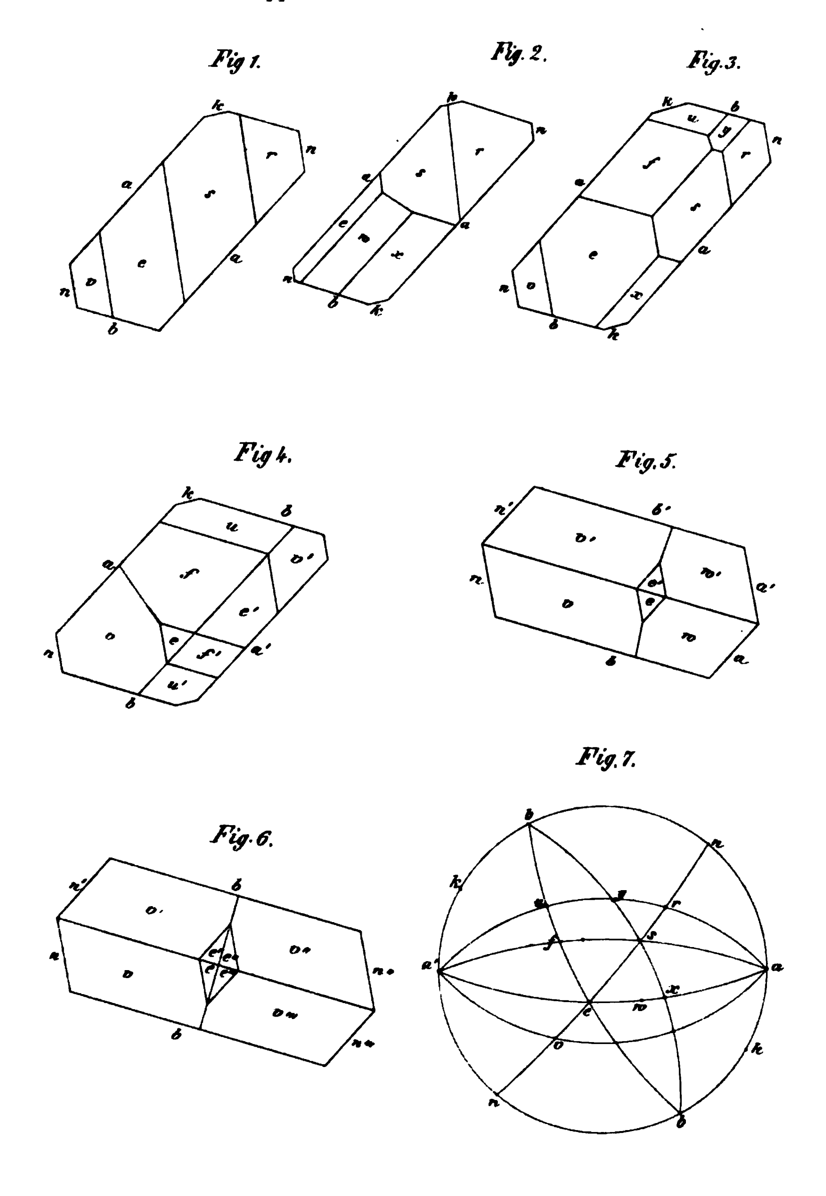
Öfters zeigen die Krystalle Formen von stumpfen Rhomboëdern, bestehend aus den Flächen *a b f*. Wie aus den Winkelwerthen ersichtlich, haben diese drei Flächen eine nahezu gleiche Neigung gegeneinander.

Fig. 3 ist eine der complicirteren Combinationen, die mehrmals beobachtet wurde, sie besteht aus den Formen:

a b n k v e s r x f u y.

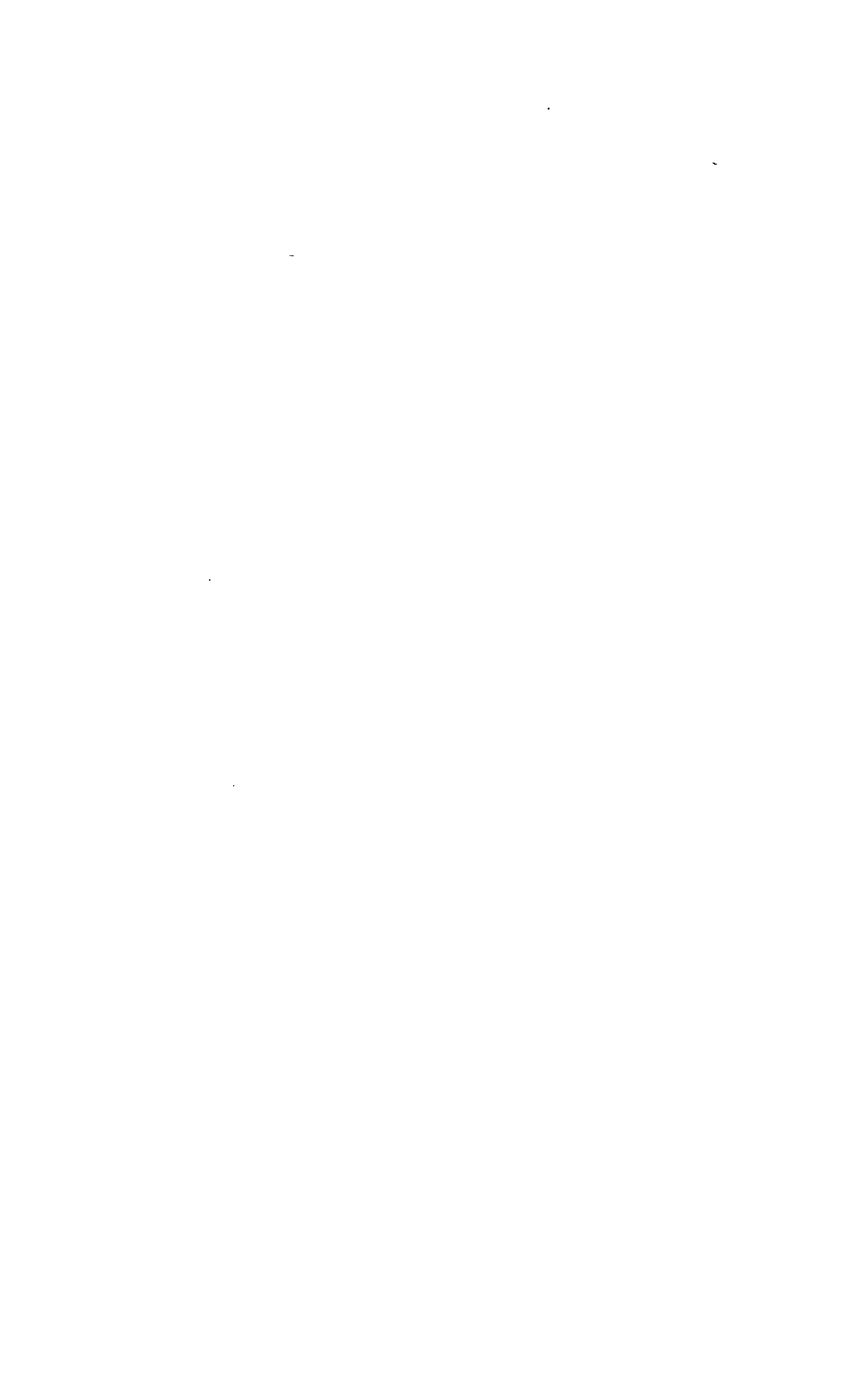
Die Fläche *y* ist selten vorkommend und gewöhnlich klein.

Fig. 4 zeigt einen der häufigst vorkommenden Zwillinge, gebildet nach dem ersten Gesetze und bestehend aus den Flächen: *a b n v e f u b*. Darin kommen die Viertelpyramiden des einen



Gez. Krenner

Aus d. k.k. Hof-u. Staatsdruckerei.



Individuums selten zum Durchschnitte mit den Viertelpyramiden des anderen Individuums, da die eine Zwillingshälfte gewöhnlich in der Richtung der *Z*-Axe mehr entwickelt ist als die andere.

Fig. 5 stellt einen Zwilling, gebildet nach dem zweiten Gesetze und aus den Flächen *a b n v e w* bestehend dar, und

Fig. 6 einen Vierling, gebildet nach dem ersten und zweiten Gesetze die Flächen *b n v e* enthaltend. Auch bei diesem Vierlinge sind die Flächen *n* ungewöhnlich entwickelt, und der Krystall zeigt eine tafelförmige Ausbildung nach der Fläche *b*.

XIX. SITZUNG VOM 19. JULI 1866.

Herr Prof. Redtenbacher im Vorsitze.

Herr Dr. A. Lieben, Professor in Palermo, übersendet eine vorläufige Notiz: „Synthese von Alkoholen mittelst gechlorten Äthers".

Prof. Schrötter legt die im Laboratorium des polyt. Institutes ausgeführte Analyse eines Nickel-Kobalterzes aus Dobschau in Ungarn" von Herrn L. Żerjau vor, nebst einem Nachtrag zu seiner in der Sitzung vom 22. März l. J. gemachten Mittheilung über den Kaligehalt der Eruptivgesteine von Santorin.

Herr Prof. Dr. R. Kner übergibt eine Mittheilung: „Über eine neue Telestes-Art aus Croatien" von Herrn Dr. F. Steindachner.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig und Kopp. N. R. Bd. LXII, Heft 3. Leipzig und Heidelberg, 1866; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. N. 14. Wien, 1866; 8°.

Bauzeitung, Allgemeine. XXXI. Jahrgang. IV., V. & VI. Heft. Nebst Atlas. Wien, 1866; 4° & Folio.

Brixen, k. k. Gymnasium: XVI. Programm. Brixen, 1866; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII. Nr. 1. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 2e Livraison. Paris, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 29. Wien, 1866; 8°.

Lorenz, Jos. R., Die Schifffahrtshindernisse auf der Donau zwischen Pressburg und Gönyö in Ungarn. 8°.

Marignac, C., Recherches sur les combinaisons du Tantale. (Archives des sciences de la Biblioth. Univers.) 1866; 8°.

Reader. Nr. 185, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Tabor, Realgymnasium: IV. Jahresbericht. 1866. Tabor; 4°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 56—57. Wien, 1866; 4°.

Wolf, Rudolf, Mittheilungen über die Sonnenflecken. XVIII—XXI. 8°.

Chemische Analyse der Mineralquelle zu Vöslau.

Von **Dr. H. Siegmund** und **Dr. P. Juhász.**

(Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Redtenbacher.)

Vöslau liegt am östlichen Saume des Wienerwald-Gebirges, das die Vorberge der Alpen bildet, etwa vier Meilen von Wien entfernt an der Südbahnstrecke. Außerhalb des Ortes befindet sich die Badeanstalt, welche gegenwärtig im Besitze des Herrn Grafen von Fries ist.

Von den zwei Quellen, welche dort entspringen, war die Hauptquelle der Gegenstand vorliegender Untersuchung; die geringe Entfernung der beiden Quellen läßt mit Sicherheit annehmen, daß ihr Wasser nicht wesentlich verschieden zusammengesetzt sein kann.

Der Untergrund von Vöslau wird an den ebenen Stellen durch marinen tertiären Tegel gebildet, auf welchem eine zwei bis drei Klafter mächtige Ablagerung von Schotter ruht. Das hügelige Terrain besteht aus einem groben, tertiären Kalkconglomerat, dessen Schichten das höhere Gebirge umsäumen. Die Häuser von Ober-Vöslau ruhen auf solchem Conglomerat. Im Norden der Ortschaft erhebt sich der Alpenkalk zum anmuthigen Berge.

Die Therme von Vöslau entspringt, so wie die warmen Quellen in Baden, auf der Grenzlinie zwischen dem Kalkgebirge und den tertiären und alluvialen Ablagerungen, ihre Temperatur ist jedoch eine niederere, woraus man auf eine Beimischung von kaltem Wasser geschlossen hat. Übrigens führt das Vöslauer Thermalwasser keinen Schwefelwasserstoff.

Die Quelle kommt in großer Mächtigkeit zu Tage in einem aus Quadern gemauerten Bassin, das oben einen vasenförmigen Aufsatz aus Zinkblech trägt, über den sich das Wasser in einen breiten Graben ergießt, welcher in ein teichartiges Bassin mündet; sowohl Graben als Bassin sind an den Seitenwänden mit Steinen ausgemauert, sie sind im Freien ohne Bedachung.

Die Temperatur der Quelle wurde mit einem genauen Thermometer am 29. April 1866 bestimmt und = 23° C. gefunden.

Das Quellwasser ist vollkommen klar, geruchlos und ohne auffallenden Geschmack, nach längerem Stehen, so wie auch beim Kochen scheidet sich ein weißer Niederschlag ab; in gut verschlossenen Gefäßen bleibt das Wasser Monate lang ganz klar. Die Reaction des frisch geschöpften so wie des gekochten Wassers auf Lackmus ist neutral.

Aus dem Quellbassin steigen beständig Gase auf, welche in Röhren gesammelt und im Laboratorium untersucht wurden.

Die qualitative Analyse, nach den allgemein üblichen Methoden durchgeführt, ergab an Bestandtheilen des Wassers in quantitativ bestimmbarer Menge: Kohlensäure, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlor, Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron; mittelst der Spectralanalyse wurde in dem Abdampfrückstand von 20 Litres Wasser Strontian nachgewiesen; Lithion war selbst in dieser Wassermenge nicht nachweisbar.

Die beim Abdampfen des Wassers zurückbleibende Salzmasse ist weiß mit einem Stich in's Gelbe; beim Glühen schwärzt sie sich anfangs, wird aber durch längeres Glühen wieder weiß, welche Erscheinung auf das Vorhandensein gelöster organischer Stoffe schließen läßt.

In 3 Litres Wasser, welche nach der Methode von Boussingault geprüft wurden, zeigte sich keine Spur von Ammoniak.

Die quantitativen Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile wurden nach Methoden der Gewichts- und Maßanalyse ausgeführt.

Zur Bestimmung der Kohlensäure wurden an der Quelle gemessene Mengen des frisch geschöpften Wassers mit Chlorbaryum und Ammoniak in gut verschließbare Flaschen gebracht, der entstandene Niederschlag im Laboratorium gut ausgewaschen und in einem Kohlensäureapparate mittelst Salzsäure zerlegt.

Schwefelsäure wurde aus dem angesäuerten Wasser durch Chlorbaryum abgeschieden, der Niederschlag auf das Sorgfältigste ausgewaschen, geglüht und nach dem Wägen auf seine Reinheit geprüft.

Zur Bestimmung des Chlors wurde das Wasser zuerst durch Abdampfen concentrirt, hierauf mit Salpetersäure angesäuert und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, das abgeschiedene Chlorsilber unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaßregeln geglüht und gewogen.

Aus größeren Wassermengen wurden Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Thonerde, Phosphorsäure, Kali und Natron bestimmt zu diesem Behufe wurde das Wasser nach Ansäuern mit Salzsäure in einer Platinschale im Wasserbade zur Trockene gebracht, die trockene Salzmasse mit verdünnter Salzsäure gelöst, die abgeschiedene Kieselsäure abfiltrirt, aus dem Filtrate zunächst Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure durch Ammoniak gefällt und diese von einander getrennt, das Eisen zur Controle mit Jodlösung titrirt. Aus der Flüssigkeit, welche als Filtrat nach der Entfernung von Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure resultirte, wurde Kalk durch oxalsaures Ammoniak, der Niederschlag zur Trennung der etwa mit herausgefallenen Magnesia in Salzsäure gelöst und nochmals mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak gefällt, der oxalsaure Kalk wurde durch vorsichtiges Glühen in kohlensauren Kalk übergeführt.

Die Trennung der Magnesia von den Alkalien wurde mit Barythydrat vorgenommen, nachdem die ammoniakalischen Salze durch Glühen entfernt waren, die gefällte Magnesia wurde in verdünnter Schwefelsäure gelöst, mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak gefällt und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen. Die Alkalien wurden nach Entfernung des überschüssigen Baryts durch kohlensaures Ammoniak in Chloride verwandelt und zusammen als solche gewogen, das Kalium mit Platinchlorid abgeschieden und als Kaliumplatinchlorid bestimmt.

Um die Richtigkeit der einzelnen quantitativen Bestimmungen zu controliren, wurden genau abgewogene Mengen des Wassers im Platintiegel vorsichtig abgedampft, der Rückstand bei 160° Cels. getrocknet und gewogen, hierauf durch Behandeln mit Schwefelsäure die Basen in Sulphate übergeführt; mit den so erhaltenen Daten wurden die aus den Einzelbestimmungen berechneten Resultate verglichen.

Das specifische Gewicht des Wassers wurde mit dem Piknometer bestimmt und bei zwei Versuchen: 1·00043 und 1·00042 im Mittel also: 1·00043 gefunden.

Die im Wasser gelösten gasförmigen Bestandtheile wurden durch Auskochen in einem entsprechenden Apparate gewonnen und der Analyse nach den Bunsen'schen Methoden unterzogen:

In den folgenden Tabellen sind die Resultate von den Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile zusammengestellt.

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Kohlensäure	Für 10000 Theile	Im Mittel
1000·4	0·259	2·589	2·579
1000·4	0·257	2·569	

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Kieselsäure	Für 10000 Theile	Im Mittel
20008·6	0·220	0·110	0·112
3001·3	0·034	0·113	

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Schwefelsaurer Baryt	Entspricht Schwefelsäure	Für 10000 Theile	Im Mittel
1000·4	0·391	0·134	1·341	1·336
1000·4	0·388	0·133	1·331	

Chlor.

Wassermenge in Grammen	Chlorsilber	Entspricht Chlor	Für 10000 Theile	Im Mittel
2000·9	0·117	0·029	0·144	0·147
2000·9	0·121	0·030	0·149	

Gesammt-Kalk.

Wassermenge in Grammen	Kohlensaurer Kalk	Entspricht Kalk	Für 10000 Theile	Im Mittel
3001·3	0·745	0·417	1·389	1·389
3001·3	0·744	0·416	1·388	

Kalk, der beim Kochen des Wassers gelöst bleibt.

Wassermenge in Grammen	Kalk	Für 10000 Theile	Im Mittel
1000·4	0·029	0·285	0·286
1500·7	0·043	0·287	

Eisenoxyd.

Wassermenge in Grammen	Eisenoxyd	Für 10000 Theile
20008·6	0·006	0·003

Phosphorsaure Thonerde.

Wassermenge in Grammen	Phosphorsaure Thonerde	Für 10000 Theile
20008·6	0·005	0·002

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Pyrophosphorsaure Magnesia	Entspricht Magnesia	Für 10000 Theile	Im Mittel
3001·3	0·550	0·198	0·659	0·651
3001·3	0·537	0·193	0·644	

Kali und Natron.

Wassermenge in Grammen	Gibt		Entspricht		Für 10000 Theile im Mittel	
	$KCl + NaCl$	$KPtCl_3$	Chlorkalium	Chlornatrium	Kali	Natron
3001·3	0·104	0·075	0·023	0·081	0·048	0·154
3001·3	0·116	0·076	0·023	0·093		

Organische Substanz.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust des Abdampfrückstandes	Für 10000 Theile	Im Mittel
1000·4	0·036	0·359	0·359
1000·4	0·036	0·359	

Summe der fixen Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Abdampf-Rückstand		Für 10000 Theile			
	I.	II.	I.		II.	
	bei 160° C. getrocknet	in Sulphate verwandelt	Einzelbestimmungen	im Mittel	Einzelbestimmungen	im Mittel
500·2	0·264	0·290	5·277	5·288	5·798	5·838
500·2	0·265	0·294	5·298		5·878	

Die Mittelwerthe von den Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile ergeben für 10000 Theile des Wassers folgende Zusammenstellung:

Kohlensäure	2·579
Kieselsäure	0·112
Schwefelsäure	1·336
Chlor	0·147
Phosphorsaure Thonerde	0·002
Eisenoxyd	0·003
Kalk	1·389
Strontian	Spuren
Magnesia	0·651
Kali	0·048
Natron	0·154
Organische Substanz	0·359
Summe der fixen Bestandtheile	5·288
Specifisches Gewicht	10004·3.

Werden die Bestandtheile nach ihren Verwandtschaften zu Salzen gruppirt, unter Berücksichtigung der beim Kochen sich abscheidenden Verbindungen, so erhält man folgendes Schema für die im Vöslauer Wasser gelösten Salze:

Bestandtheile	10000 Theile des Wassers enthalten	1 Wiener Pfund (7680 Grane) enthält in Granen
Schwefelsaures Kali	0·089	0·068
„ Natron	0·353	0·271
Schwefelsaurer Kalk	0·695	0·534
„ Strontian	Spuren	Spuren
Schwefelsaure Magnesia	1·030	0·791
Chlormagnesium	0·197	0·151
Kohlensaurer Kalk	1·970	1·513
Kohlensaure Magnesia	0·473	0·363
Kohlensaures Eisenoxydul	0·004	0·003
Phosphorsaure Thonerde	0·002	0·002
Kieselsäure	0·112	0·086
Organische Substanz	0·359	0·276
Halbgebundene Kohlensäure	1·115	0·756
Freie Kohlensäure	0·349	0·268
Summe der fixen Bestandtheile berechnet .	5·283	4·057
„ „ „ „ gefunden .	5·288	4·061
„ „ „ „ als Sulphate berechnet	5·885	4·520
Summe der fixen Bestandtheile als Sulphate gefunden	5·838	4·484

Analyse der aus dem Quellbassin frei aufsteigenden Gase.

(Sämmtliche Volumina sind auf 1 Met. Druck und 0° C. reducirt.)

1. In der Absorptionsröhre:

Nach der Füllung mit feuchtem Gase . . . 100·6
„ Absorption der Kohlensäure . . . . . 98·8
„ „ des Sauerstoffes . . . . . 95·3

2. Im Eudiometer.

Nach der Gasfüllung	43·9
„ Zugabe von Luft	82·0
„ der Verpuffung mit Knallgas	81·9.

Die Zusammensetzung der Gase ergibt sich aus diesen Daten, wie folgt.

Für 100 Theile:

Kohlensäure	1·79
Sauerstoff	3·38
Stickstoff	94·83.

Analyse der aus dem Wasser ausgekochten Gase.

Im Eudiometer.

Nach der Gasfüllung	55·93
„ Absorption der Kohlensäure	31·24
„ „ des Sauerstoffes	24·32.

Die Zusammensetzung des im Wasser gelösten Gasgemenges ist demnach für 100 Theile:

Kohlensäure	44·14
Sauerstoff	12·37
Stickstoff	43·49.

Die Vöslauer Quelle wurde schon in früheren Jahren einige Male analysirt. Dr. Vogel führt in seiner Monographie über Vöslau drei Analysen an, welche ausgeführt wurden: vom Medicinalrathe Karl Schenk 1825, von Professor Meißner 1834 und vom k. Rathe J. Reuter 1837. Wir haben die Resultate der Analysen von Schenk und Reuter für 10000 Theile Wasser berechnet und mit unseren in einer Tabelle zur Vergleichung zusammengestellt.

Die Analyse von Meißner weicht so stark ab, daß sich unmöglich ein Zusammenhang herausfinden läßt. Meißner will im Vöslauer Wasser Schwefelwasserstoff gefunden haben, alle Reactionen, welche wir in dieser Richtung ausführten, ergaben entschieden ein negatives Resultat.

Vergleichungs-Tabelle der Analysen von Schenk, Reuter und unserer Analyse.

Für 10000 Theile des Wassers.

Bestandtheile	Schenk 1825	Reuter 1837	Siegmund und Juhász 1866
Kohlensäure gebunden und halbgebunden	2·125	2·851	2·230
Schwefelsäure	1·207	1·319	1·336
Chlor	0·833	0·336	0·147
Kieselsäure	0·156	0·156	0·112
Phosphorsaure Thonerde			0·002
Eisenoxyd	—	0·053	0·003
Kalk	1·875	1·638	1·389
Strontian	—	—	Spuren
Magnesia	0·308	0·817	0·651
Kali	—	—	0·048
Natron	0·604	0·243	0·154
Organische Substanz	0·651	0·038	0·359
Summe der fixen Bestandtheile	5·924	5·976	5·288

Synthese von Alkoholen mittelst gechlorten Äthers.

Von Adolf Lieben.

(Vorläufige Anzeige.)

Seit langer Zeit bin ich damit beschäftigt, eine neue Methode zu suchen, welche gestatten würde, von den niedrigeren Alkoholen synthetisch zu den höheren emporzusteigen, und zwar in solcher Weise, daß durch die Art ihrer Entstehung zugleich eine klare Einsicht in die Constitution der synthetisch erhaltenen Körper gewonnen würde. Als Mittel, um in den homologen Reihen emporzusteigen, bediene ich mich der Zinkverbindungen der Alkoholradicale, indem ich dieselben auf Chlorsubstitutionsproducte einwirken lasse. Unter den zahlreichen Reihen homologer Verbindungen, die mit der gewissermaßen als Centralreihe zu betrachtenden Reihe der Alkohole parallel laufen und die große Classe der sogenannten Fettkörper bilden, schien mir die Reihe der einfachen Äther für das Gelingen meines Planes die besten Aussichten auf Erfolg zu bieten. Nur war es wünschenswerth, um Complication zu vermeiden und um dem theoretischen Verständnisse leichter zugängliche Résultate zu erzielen, von den in der Reihe niedrigsten Äthern und wieder von den ersten Chlorsubstitutionsproducten derselben auszugehen. Leider bot mir die Bereitung des einfach gechlorten Methyläthers unerwartete Schwierigkeiten, die mich seiner Zeit veranlaßten, wenigstens fürs Erste den gechlorten Äthyläther zum Ausgangspunkt zu wählen. Dadurch ward ich in die Nothwendigkeit versetzt zunächst ein mühsames Studium des gechlorten Äthyläthers vorzunehmen, um seine Constitution zu erforschen. Die größere Abhandlung, die ich binnen einiger Zeit der Akademie vorzulegen hoffe, zerfällt dem entsprechend in zwei Theile. Der erste Theil behandelt den gechlorten Äthyläther, seine Derivate und seine aus deren Betrachtung abgeleitete Constitution. Der zweite Theil behandelt die Synthesen höherer Alkohole mit dem gechlorten Äthyläther als Ausgangspunkt. Das mir

unter den Händen immer mächtiger anschwellende Beobachtungsmaterial veranlaßt mich indeß schon heute, noch bevor die umfangreiche Arbeit zu Ende geführt ist, einige vorläufige Mittheilungen zu machen.

Die Untersuchungen über den gechlorten Äther, auf die ich hier nicht näher eingehe, haben mich zu dem Resultate geführt, daß höchst wahrscheinlich das Chlor unsymmetrisch zwischen den beiden im Molecül des Äthers enthaltenen Äthylradicalen vertheilt ist, so daß man dem gechlorten Äthyläther die Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$$

beilegen muß. Es folgt daraus zugleich die Nothwendigkeit, die übliche Nomenclatur für die Chlorsubstitutionsproducte des Äthers abzuändern. Der von Malaguti entdeckte und mit Rücksicht auf die früher übliche Ätherformel Bichloräther genannte Körper $C_4H_6Cl_4O$ muß künftighin Quadrichloräther heißen und der Name Bichloräther muß auf das angeführte erste Substitutionsproduct des Chlors auf Äther übergehen, das ich, nur um Verwechslungen mit dem in der Wissenschaft bereits unter dem Namen Bichloräther bekannten von Malaguti entdeckten Körper zu vermeiden, bei seiner Entdeckung Monochloräther genannt hatte.

Was den zweiten Theil meiner Arbeit, nämlich die Synthese der Alkohole betrifft, so erinnere ich zunächst an die Resultate, die ich in Gemeinschaft mit meinem Freunde A. Bauer über die Einwirkung von Zinkäthyl und Zinkmethyl auf gechlorten Äther erhielt. Wir haben damals durch Einwirkung von Zinkäthyl bei niedriger Temperatur eine Verbindung $C_6H_{13}ClO$ dargestellt, die man Äthylochloräther nennen könnte und der ich veranlaßt bin, mit Rücksicht auf das oben über die Constitution des gechlorten Äthers Mitgetheilte die rationelle Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \,.\, Cl \,.\, C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$$

beizulegen.

Wenn man concentrirte Jodwasserstoffsäure auf diesen Körper einwirken läßt, so wird das Cl größtentheils durch H ersetzt und man erhält nebst Chlorwasserstoffsäure, freiem Jod und einigen secun-

dären Producten ein schweres Öl, das Jodäthyl, äthylirtes Chloräthyl und äthylirtes Jodäthyl enthält. Das äthylirte Jodäthyl zeigt nicht nur die Zusammensetzung, sondern auch den Siedepunkt des Jodbutyls von Wurtz. Es wirkt auf essigsaures Silber schon bei gewöhnlicher Temperatur ein und liefert als Producte einerseits eine äußerst angenehm fruchtartig riechende Ätherart, die äthylirtes Äthylacetat darstellt, anderseits ein Gas, das sich durch eine Kältemischung von Salz und Schnee zu einer wasserhellen Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruch verdichten läßt. Ich habe durch Behandlung dieser Flüssigkeit mit Brom und Analyse des erhaltenen bei 160° siedenden Bromürs nachgewiesen, daß das erwähnte zu einer Flüssigkeit verdichtbare Gas Butylen ist.

Das äthylirte Äthylacetat liefert, durch fortgesetztes Sieden mit concentrirter Kalilauge verseift, äthylirten Äthylalkohol, der in seinen Eigenschaften dem von Wurtz aus dem Fuselöl der Rübenzuckermelassen erhaltenen Butylalkohol gleicht. Ich halte es jedoch für wahrscheinlich, daß dieses Product nur isomer mit dem normalen Butylalkohol und dagegen identisch mit dem sogenannten Butylenhydrat sei. Wenn sich diese Voraussetzung bestätigt, so würde dadurch die bisher so zweifelhafte Constitution dieser von Wurtz entdeckten neuen Classe von Alkoholen, der ....enhydrate, in helles Licht gestellt und die Vermuthung Kolbe's, daß dieselben secundäre Alkohole seien, zur Gewißheit werden.

Aus der heute ziemlich allgemein angenommenen Hypothese über die Atomigkeit der Grundstoffe und der Art wie sich die Molecüle, namentlich der Kohlenstoffverbindungen, aus verschiedenwerthigen Atomen aufbauen, folgt, daß es vier isomere Butylalkohole geben kann, die sich durch folgende Formeln ausdrücken lassen:

$$\text{I.}\quad C\left\{\begin{array}{l} CH_2.CH_2.CH_3 \\ H \\ H \\ OH \end{array}\right. \qquad \text{II.}\quad C\left\{\begin{array}{l} CH.CH_3.CH_3 \\ H \\ H \\ OH \end{array}\right. \qquad \text{III.}\quad C\left\{\begin{array}{l} CH_2.CH_3 \\ CH_3 \\ H \\ OH \end{array}\right. \qquad \text{IV.}\quad C\left\{\begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \\ OH \end{array}\right.$$

Durch die von mir für die ausgeführte Synthese befolgte Methode, die im Wesentlichen darin besteht, in eine Äthylverbindung

an die Stelle von Wasserstoff Äthyl einzuführen und dann die äthylirte Äthylverbindung in den entsprechenden Alkohol zu verwandeln, ist die Bildung der durch II und IV ausgedrückten Alkohole von vornherein ausgeschlossen. Wenn sich nun der erhaltene äthylirte Äthylalkohol mit Bestimmtheit verschieden von dem durch I ausgedrückten normalen Butylalkohol erweist, so ist nur noch die Constitutionsformel III für ihn möglich. Er wäre demnach ein secundärer Alkohol und würde im Sinne der von Kolbe vorgeschlagenen Nomenclatur den Namen Äthylmethylcarbinol erhalten. Das Studium der Oxydationsproducte ist in dieser Hinsicht entscheidend.

In der schon angeführten mit A. Bauer gemeinschaftlich ausgeführten Arbeit haben wir noch eines zweiten Productes der Einwirkung von Zinkäthyl auf gechlorten Äther erwähnt, in welchem die beiden Atome Chlor des gechlorten Äthers durch Äthyl ersetzt sind. Diesem Producte, das man Biäthyl-Äther oder etwa Bietäthyl-Äther nennen könnte, kommt mit Rücksicht auf die Constitution des gechlorten Äthers, von dem es stammt, die rationelle Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 . C_2H_5 . C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O .$$

zu.

Läßt man auf diesen Körper concentrirte Jodwasserstoffsäure einwirken, so erhält man wie oben ein schweres Öl, das Jodäthyl und außerdem zweifach äthylirtes Jodäthyl enthält. Es läßt sich erwarten, daß man aus diesem Jodür den zweifach äthylirten Äthylalkohol erhalten wird. Derselbe wird ein secundärer oder tertiärer Alkohol, jedenfalls nur isomer mit dem normalen Hexylalkohol sein.

Man sieht leicht, welch' große Anzahl von neuen Alkoholen, secundären, wahrscheinlich auch primären und tertiären, sich auf diese Weise synthetisch wird darstellen lassen, je nach der Natur der Alkoholradicale, die man statt eines oder zweier Atome Chlor in den Bichloräther einführt, und wie zugleich durch die Art ihrer Entstehung die Constitution dieser Körper im voraus angedeutet wird. Geht man endlich vom gechlorten Äthyläther zum gechlorten Methyläther und zu anderen gechlorten Äthern über, so eröffnet sich die Aussicht

in wiefern es gelingt die Schwierigkeiten der Ausführung zu überwinden, fast alle erdenklichen Alkohole aus der Gruppe der Fettkörper, und zwar sowohl die normalen als die mit ihnen isomeren, durch Synthese hervorzubringen.

Ich behalte mir die Fortsetzung meiner Untersuchungen in der angedeuteten Richtung vor und werde mir erlauben, die zusammengestellten Resultate seiner Zeit der Akademie vorzulegen.

Die Grenzebene.

(Ein Beitrag zur Linearperspective.

Von **Hermann Anton.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. Juni 1866.)

Einleitung.

Die Papierfläche sei als verticale Bildebene gedacht, das Auge mit Ω, dessen orthogonale Projection auf die Bildebene, der Augpunkt, mit Δ bezeichnet. Die Bildebene wird von der durch Ω gehenden Horizontebene im Horizont HH, von der gleichfalls durch Ω gehenden, zur Bildebene senkrechten Verticalebene in der Verticallinie ZZ', von der Grundebene, einer gewöhnlich unterhalb Ω angenommenen Horizontalebene, im Grundschnitt XX' geschnitten. Das um HH in die Bildebene hinabgedrehte Auge wird mit D bezeichnet; ΔD ist gleich der Augdistanz $\Delta\Omega$. Ferner seien $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$,... Punkte im Raum, $\bar{a}''$, b'', $\bar{c}''$,... ihre Aufrisse (d. i. ihre orthogonalen Projectionen auf die Bildebene), $\bar{a}'$, $\bar{b}'$, $\bar{c}'$,... ihre Grundrisse (d. i. ihre orthogonalen Projectionen auf die Grundebene), a, b,c,... ihre Bilder (d. i. die Schnittpunkte der Sehstrahlen $\Omega\bar{a}$, $\Omega\bar{b}$, $\Omega\bar{c}$,... mit der Bildebene), und a', b', c'... ihre Grundrißbilder (d. i. die Schnittpunkte der Sehstrahlen $\Omega\bar{a}'$, $\Omega\bar{b}'$, $\Omega\bar{c}'$,... mit der Bildebene). $\bar{G}$ bezeichne eine Gerade im Raum, $\bar{G}''$ ihren Aufriß, $\bar{G}'$ ihren Grundriß, G ihr Bild, G' ihr Grundrißbild, v ihren Schnittpunkt mit der Bildebene, $\bar{h}$ ihren Schnittpunkt mit der Grundebene, h dessen Bild, B ihren Begegnungspunkt, T ihren Theilpunkt. Endlich sei NO die Verticaltrasse einer Ebene E (d. h. der Schnitt von E mit der Bildebene), $\bar{N}\bar{O}$ ihre Fluchtlinie (d. i. der Schnitt der Bildebene mit der durch Ω gehenden, zu E parallelen Fluchtebene), MN das Bild der Horizontaltrasse $\bar{M}\bar{N}$ von E (d. i. des Schnittes von E mit der Grundebene).

Die Lage eines Punktes, einer Geraden, einer Ebene ist nach dem Verticalsystem festgestellt, wenn der Punkt, die Gerade, die Ebene blos auf die Bildebene bezogen erscheinen, — und nach dem Horizontalsystem, wenn sie auf die Bildebene und auf die Grundebene bezogen werden. Hiebei wird vorausgesetzt, daß Augpunkt und Augdistanz oder Augpunkt, Augdistanz und XX gegeben seien.

Nach dem Verticalsystem ist ein Punkt $\bar{a}$ fixirt durch a und $\bar{a}''$, eine Gerade $\bar{G}$ durch G und $\bar{G}''$, eine Ebene E durch NO und $\bar{N}\bar{O}$, oder durch NO, P und $\bar{P}''$, oder durch $\bar{N}\bar{O}$, P und $\bar{P}''$, wobei $\bar{P}$ ein in E liegender Punkt ist.

Nach dem Horizontalsystem ist ein Punkt $\bar{a}$ fixirt durch a und a', eine Gerade $\bar{G}$ durch G und G', eine Ebene E durch MN und NO, oder durch MN, P und P', oder durch NO, P und P', wobei $\bar{P}$ einen in E gelegene Punkt bezeichnet.

I. Parallele Bilder.

1. Eine Gerade $\bar{G}$ sei durch G und G' gegeben, G und G seien parallel zu einander, jedoch schief gegen HH; man soll über die Lage von $\bar{G}$ Auskunft geben.

$\bar{G}$ kann nicht parallel der Grundebene sein, da sich G und G' nicht in einem Punkte von HH schneiden; $\bar{G}$ und $\bar{G}'$ müssen also einen gemeinsamen Punkt $\bar{h}$ haben. Derselbe muß offenbar in jener durch Ω gehenden Geraden liegen, in welcher die durch Ω und G gehende Ebene (sie heiße ΩG) von der durch Ω und G' gehenden Ebene (die $\Omega G'$ heißen mag) geschnitten wird.

Denn jeder in $\bar{G}$ gelegene Punkt befindet sich in der Ebene $\Omega G'$ jeder in G' gelegene in $\Omega G'$, der den Geraden $\bar{G}$ und $\bar{G}'$ gemeinsame Punkt $\bar{h}$ muß daher sowohl in ΩG, als auch in $\Omega G'$, d. h. in der Schnittlinie dieser Ebenen liegen. Diese durch Ω gehende Schnittlinie ist aber, da $G' \| G$ ist, zu G und G', also auch zur Bildebene parallel, woraus folgt, daß der Abstand des Punktes $\bar{h}$ von der Bildebene gleich der Augdistanz ist. Zieht man durch Δ eine zu G parallele Gerade, so ist deren Schnittpunkt mit XX' der Aufriß $\bar{h}''$ des Punktes $\bar{h}$; $\Delta\bar{h}''$ ist nämlich der Aufriß des Schnittes von ΩG mit $\Omega G'$, XX' der Aufriß der Grundebene.

Das Bild von $\bar{h}$ liegt, da der Sehstrahl $\Omega\bar{h}$ parallel der Bildebene ist, in unendlich großer Entfernung. Dies gilt auch von dem Bilde

jedes anderen Punktes, der vor der Bildebene liegt und dessen Abstand von derselben gleich der Augdistanz ist, d. i. der einer durch Ω gehenden, zur Bildebene parallelen Ebene angehört. Diese Ebene mag Grenzebene, und ihr Schnitt mit der Grundebene Grenzgrundschnitt heißen.

2. Eine Gerade $\bar{G}$ von allgemeiner Lage sei durch G und G' gegeben; man suche den Aufriß jenes Punktes $\bar{\Gamma}$, in dem $\bar{G}$ die Grenzebene schneidet. (Fig. 1.)

Fig. 1.

$\bar{\Gamma}'$, der Grundriß von $\bar{\Gamma}$, liegt in $\bar{G}'$, also auch in der Ebene $\Omega G'$, die alle Punkte von $\bar{G}'$ enthält; $\bar{\Gamma}'$ muß sich ferner auch im Grenzgrundschnitt, also dort befinden, wo derselbe von jener durch Ω gehenden, zu G' parallelen Geraden geschnitten wird, in der die Ebene $\Omega G'$ die Grenzebene schneidet. Zieht man durch Δ eine zu G' parallele Gerade $\Delta\alpha$, so ist dieselbe der Aufriß jener durch Ω gehenden, zu G' parallelen Geraden; XX' ist ferner der Aufriß des Grenzgrundschnittes, der Schnittpunkt von $\Delta\alpha$ mit XX' ist somit der Aufriß $(\bar{\Gamma}')''$ von $\bar{\Gamma}'$.

$\bar{\Gamma}$ gehört der Geraden $\bar{G}$, also auch der Ebene ΩG an, in der alle Punkte von $\bar{G}$ liegen; $\bar{\Gamma}$ muß sich aber auch in einer, in $\bar{\Gamma}'$ errichteten Verticalen, also dort befinden, wo diese Verticale von jener durch Ω gehenden, zu G parallelen Geraden geschnitten wird, in welcher die Ebene ΩG die Grenzebene schneidet. Zieht man durch $(\bar{\Gamma}')''$ die Verticale $(\bar{\Gamma}')''\beta$ und durch Δ die zu G parallele Gerade $\Delta\gamma$, so sind diese Geraden die Aufrisse der ihnen parallelen, in der Grenzebene gelegenen Geraden, ihr Schnittpunkt ist somit der Aufriß $\bar{\Gamma}''$ von $\bar{\Gamma}$.

Dies Verfahren, $\bar{\Gamma}''$ zu finden, läßt sich auch folgendermaßen begründen.

Der Aufriß $\bar{a}''$ irgend eines in $\bar{G}$ gelegenen Punktes $\bar{a}$ (siehe Fig. 1) wird bekanntlich mit Hilfe der Geraden $\Delta a'$, $\rho\sigma$ und Δa gefunden; $\bar{\Gamma}$ ist nun jener in $\bar{G}$ liegende Punkt, dessen in G gelegenes Bild und dessen in G' gelegenes Grundrißbild sich in unendlich großer Entfernung befinden. Man hat daher durch Δ eine Gerade zu ziehen, welche G', und eine zweite, welche G in unendlich großer Entfernung schneidet, d. h. eine zu G' und eine zu G parallele Gerade.

In der Folge werde der Aufriß von $\bar{\Gamma}$ einfach mit Γ bezeichnet und Grenzpunkt genannt; Γ' sei das Zeichen für den Aufriß des Grundrisses von $\bar{\Gamma}$.

3. Es seien G_1, G_2, G_3, ... die Bilder, G'_1, G'_2, G'_3, ... die Grundrißbilder der Geraden $\bar{G}_1$, $\bar{G}_2$, $\bar{G}_3$, ... und es sei $G_1 || G_2 || G_3 ||$ ... und $G'_1 || G'_2 || G'_3 ||$.... Aus dem, was über die Aufsuchung von Γ gesagt wurde, folgt unmittelbar, daß allen diesen Geraden derselbe Grenzpunkt entspricht, daß sich also alle in einem Punkte der Grenzebene schneiden.

Eben so läßt sich einfach folgern, daß, wenn sich zwei oder mehrere Gerade in einem Punkte der Grenzebene schneiden, sowohl ihre Bilder, als auch ihre Grundrißbilder einander parallel sein müssen. Das Bild einer Geraden $\bar{G}$ ist bekanntlich der Schnitt der Bildebene mit der durch Ω und $\bar{G}$ geführten Ebene; letztere werde die bildbestimmende Ebene von $\bar{G}$ genannt. Haben nun die Geraden im Raume einen Punkt $\bar{\Gamma}$ der Grenzebene gemeinsam, so schneiden sich ihre bildbestimmenden Ebenen in der zur Bildebene parallelen Geraden $\Omega\bar{\Gamma}$, die Schnitte der bildbestimmenden Ebenen mit der Bildebene, d. i. die Bilder der Geraden, müssen daher parallel zu $\Omega\bar{\Gamma}$ sein. Die Grundrisse der Geraden schneiden sich in dem, gleichfalls in der Grenzebene gelegenen Punkte $\bar{\Gamma}'$, ihre Bilder müssen daher parallel zu $\Omega\bar{\Gamma}'$ sein.

4. Es seien zwei Ebenen MNO und mno gegeben; mn sei $|| MN$, $no || NO$; es ist über den Schnitt dieser Ebenen Aufschluß zu geben. Da die Horizontaltrassen parallele Bilder haben, müssen sie sich in einem Punkte des Grenzgrundschnittes schneiden; hieraus und aus dem Parallelismus der Verticaltrassen folgt, daß sich diese Ebenen in einer in der Grenzebene gelegenen, den Verticaltrassen parallelen Geraden schneiden. Werden nun diese Ebenen von einer dritten, den Verticaltrassen nicht parallelen Ebene in den Geraden $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ geschnitten, so müssen $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ in einem Punkte des Schnittes von MNO und mno, d. i. in einem Punkte der Grenzebene sich schneiden, es muß also $G_2 || G_1$ und $G'_2 || G'_1$ sein.

5. Wird eine Ebene MNO durch eine zweite Ebene geschnitten, deren Verticaltrasse $|| XX'$ ist und deren Horizontaltrasse im Grenzgrundschnitt liegt, so ist, da die Schnittlinie die Horizontaltrasse $\overline{MN}$ im Grenzgrundschnitt schneidet, sowohl das Bild, als auch das Grundrißbild des Schnittes parallel zu MN.

6. Ist eine in einer Ebene E gelegene Gerade $\bar{G}$ durch G und G' und ein in E gelegener Punkt $\bar{a}$ durch a und a' gegeben, und zieht man durch a das Bild G_1 und durch a' das Grundrißbild G,

einer Geraden $\bar{G}_1$ derart, daß $G_1 || G$ und $G'_1 || G'$ ist, so gehört $\bar{G}_1$ ebenfalls der Ebene E an; denn $\bar{G}_1$ geht durch $\bar{a}$ und durch jenen offenbar auch in E gelegenen Punkt $\bar{\Gamma}$, in welchen $\bar{G}$ die Grenzebene schneidet.

Anwendungen.

A. Schnitt zweier Ebenen.

Fig. 2. Fig. 2 zeigt die Bestimmung des Schnittes der Ebenen *MNO* und *mno* mit Hilfe einer Ebene, deren Verticaltrasse $\nu\omega || XX'$ ist, und deren Horizontaltrasse im Grenzgrundschnitt liegt. (Siehe 5.)

Fig. 3. In Fig. 3 wurde der Schnitt der Ebenen *MNO* und *mno* mit Hilfe einer Ebene $m_1 n_1 o_1$ bestimmt, deren Schnitt mit *mno* in der Grenzebene liegt. (Siehe 4.)

Fig. 4. Fig. 4 zeigt die Ermittlung des Schnittes zweier Ebenen *MNO* und *mno*, von denen sowohl die Verticaltrassen als auch die Bilder der Horizontaltrassen außerhalb der Papiergrenzen *ABCD* sich schneiden. Mit Hilfe der Ebenen $M_1 N_1 O_1$ und $m_1 n_1 o_1$, welche beziehungsweise die Ebenen *MNO* und *mno* in der Grenzebene schneiden, wurden zunächst die in α sich schneidenden Bilder $H_1 S$ und $h_1 s$ jener Geraden bestimmt, in denen die Hilfsebene $\mu_1 \nu_1 \; \nu_1 \omega_1$ von *MNO* und *mno* geschnitten wird, dann die in β' sich schneidenden Grundrißbilder $V'_2 \Sigma'$ und $v'_2 \sigma'$ jener Geraden, in denen die Hilfsebene $\mu_2 \nu_2 \; \nu_2 \omega_2$ von *MNO* und *mno* geschnitten wird.

Es ist nämlich $H_1 S || P_1 Q_1$, $h_1 s || p_1 q_1$, $V'_2 \Sigma' || P'_2 Q'_2$, $v'_2 \sigma' || p'_2 q'_2$. Ferner ist uw das Bild, uw' das Grundrißbild des Schnittes der Ebenen $M_1 N_1 O_1$ und $m_1 n_1 o_1$; zieht man durch α die Gerade $UW || uw$ und durch β' die Gerade $U'W' || uw' \ldots$, so ist UW das Bild und $U'W'$ das Grundrißbild des Schnittes von *MNO* und *mno*. Der Punkt $\bar{\Gamma}$, in welchem der in der Grenzebene gelegene Schnitt von *MNO* mit $M_1 N_1 O_1$ den gleichfalls in der Grenzebene gelegenen Schnitt von *mno* mit $m_1 n_1 o_1$ schneidet, gehört nämlich offenbar sowohl dem Schnitte $\bar{u}\bar{w}$ von $M_1 N_1 O_1$ mit $m_1 n_1 o_1$ als auch dem Schnitte $\overline{UW}$ von *MNO* mit *mno* an, woraus folgt, daß $UW || uw$ und $UW' || uw'$ ist.

B. Der Punkt in der Ebene.

Fig. 5. Es sei (Fig. 5) eine Ebene gegeben durch das Bild G und das Grundrißbild G' einer in ihr gelegenen Geraden $\bar{G}$ und durch das Bild P und das Grundrißbild P' eines in ihr befindlichen, aber nicht

der Geraden $\bar{G}$ angehörenden Punktes $\bar{P}$; ferner seien die Bilder a, b, c der auch in dieser Ebene gelegenen Punkte $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ gegeben; man bestimme die Grundrißbilder dieser Punkte.

Man wählt in GG' einen Punkt QQ', zieht $a\alpha \| b\beta \| c\gamma \| PQ$ und $\alpha'\alpha'_1 \| \beta'\beta'_1 \| \gamma'\gamma'_1 \| P'Q'$; in letzteren Geraden ergeben sich dann die Grundrißbilder a', b', c'. (Siehe 6.)

Fig. 6 und Fig. 7 zeigen die Auflösung derselben Aufgabe; in Fig. 6 ist die Ebene durch NO, P und P', in Fig. 7 durch MN, P und P' gegeben. Fig. 6. Fig. 7.

Ist eine Ebene MNO (Fig. 8) und das Bild a eines in ihr gelegenen Punktes $\bar{a}$ gegeben, so kann man a' mit Hilfe einer Geraden bestimmen, deren Bild und Grundrißbild $\| NM$ sind; diese Gerade geht durch $\bar{a}$ und durch jenen Punkt, in welchem die Horizontaltrasse Grenzebene schneidet. Fig. 8.

C. Aufsuchung der Trassen einer Ebene.

In Fig. 9 ist MN, das Bild der Horizontaltrasse einer Ebene, und ein Punkt R ihrer Verticaltrasse gegeben; der Schnittpunkt der Trassen mit XX' liegt außerhalb der Papiergrenze AB; man bestimme NO. Dies geschieht kekanntlich mit Hilfe der Geraden PQ, QR und PR und der, der Reihe nach zu ihnen parallelen Geraden pq, $q\alpha$ und $p\beta$. Fig. 9.

Dieses Verfahren läßt sich nun folgendermaßen begründen. Man kann QR und $q\alpha$ als die Verticaltrassen, QP und qp als die Bilder der Horizontaltrassen zweier Ebenen ansehen, die sich in der Grenzebene schneiden. PR und $p\beta$ sind dann die parallelen Bilder der Schnittlinien dieser Ebenen mit MNO; in r schneidet $\overline{p\beta}$ die Bildebene, durch r muß also NO gehen.

D. Schnitt einer Geraden mit einer Ebene.

Fig. 10 und 11 zeigen die Ermittlung des Schnittes δ einer Geraden mit einer Ebene. In Fig. 10 wurde die durch $\bar{G}$ gehende horizontal projicirende Ebene mno, in Fig. 11 die der Geraden $\bar{G}$ entsprechende bildbestimmende Ebene $\mu\nu\omega$ angewendet; in jedem der beiden Fälle wurde eine zweite Hilfsebene benützt, welche die durch die Gerade geführte Ebene in der Grenzebene schneidet. Fig. 10. Fig. 11.

Würde man in Fig. 12 durch die Gerade $\bar{G}$ die horizontal projicirende oder die bildbestimmende Ebene führen, so wäre die Bestimmung des Schnittes dieser Hilfsebene mit MNO ziemlich umständlich. Fig. 12.

Statt dessen wähle man in NO einen Punkt Q, in MN (oder in der Verlängerung von MN) einen Punkt P, ziehe ah_1 und bh_2 parallel zu PQ, $a'h_1$ und $b'h_2$ parallel zu PQ'; die Gerade h_1h_2 schneidet die MN in einem Punkte H; durch H ziehe man eine zu PQ parallele Gerade; ihr Schnittpunkt mit G ist das Bild δ des Schnittpunktes $\bar{\delta}$.

Führt man nämlich durch $\bar{G}$ und durch einen in MNO gelegenen Punkt eine Ebene, so ist klar, dass diese die Ebene MNO in einer durch jenen Punkt gehenden Geraden schneiden muß.

Die hier durch $\bar{G}$ geführte Hilfsebene geht nun, da ah_1 und $bh_2 \| PQ$, $a'h_1$ und $b'h_2 \| PQ'$ gezogen wurden, durch jenen offenbar auch in MNO gelegenen Punkt $\bar{\Gamma}$, in welchem die durch P und Q gehende Gerade die Grenzebene schneidet. Der Schnitt der Hilfsebene mit der Ebene MNO muß also ebenfalls durch $\bar{\Gamma}$ gehen, d. h. sein durch H gehendes Bild muß parallel zu PQ sein.

Fig. 13. In Fig. 13 ist der Schnittpunkt einer Geraden mit einer Ebene, die durch NO und durch das Bild und Grundrißbild eines in ihr gelegenen Punktes $\bar{P}$ gegeben ist, zu bestimmen. Durch $\bar{G}$ wurde eine horizontal projicirende Ebene mno und durch $\bar{P}$ eine zweite Hilfsebene $m_1n_1o_1$ geführt, welche mno in der Grenzebene schneidet; v_1P ist das Bild des Schnittes von $m_1n_1o_1$ mit $NO\bar{P}$, vs das zu v_1P parallele Bild des Schnittes von mno mit $NO\bar{P}$; vs schneidet G in dem verlangten Punkte δ.

Fig. 14. In Fig. 14 wurde eine ähnliche Aufgabe gelöst: die Ebene ist durch MN und durch P und P' gegeben; da $\bar{P}$ ungünstig liegt, wurde zunächst ein anderer in der Ebene gelegener Punkt QQ' bestimmt und durch diesen dann eine, die Ebene mno in der Grenzebene schneidende Ebene $m_1n_1o_1$ geführt, etc.

Fig. 15. In Fig. 15 ist die Ebene durch NO, P und P' gegeben; es ist hier nicht zweckmäßig, die horizontal projicirende oder bildbestimmende Ebene von $\bar{G}$ anzuwenden; besser ist es, in NO einen Punkt Q anzunehmen und wie in Fig. 12 die Hilfsebene durch $\bar{G}$ und durch jenen Punkt $\bar{\Gamma}$ zu führen, in welchem die durch $\bar{P}$ und Q gehende Gerade die Grenzebene schneidet.

E. Bilder paralleler Geraden.

Es seien G_1 und G_2 die Bilder zweier parallelen Geraden $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ (Fig. 16), deren Begegnungspunkt außerhalb der Papiergrenze liegt, und P sei das Bild irgend eines im Sehstrahl $P\Omega$ [Fig. 16.]

gelegenen Punktes $\bar{P}$; man soll durch P das Bild G_3 einer durch $\bar{P}$ gehenden, zu $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ parallelen Geraden $\bar{G}_3$ ziehen. Dies geschieht bekanntlich mit Hilfe der Geraden QR, QP, RP und der beziehungsweise zu ihnen parallelen Geraden qr, $q\alpha$ und $r\beta$.

Dies Verfahren läßt sich nun folgendermaßen begründen. $\bar{P}$ sei ein außerhalb der durch $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ legbaren Ebene befindlicher Punkt; man denke sich durch $\bar{P}$ die Gerade $\bar{G}_3$ gezogen und durch $\bar{P}$ eine Ebene E_1 geführt, welche $\bar{G}_1$ in $\bar{Q}$, $\bar{G}_2$ in $\bar{R}$ schneidet. R und Q seien die Bilder von $\bar{R}$ und $\bar{Q}$, QR, QP und RP, somit die Bilder der Schnitte von E_1 mit den Ebenen $\bar{G}_1\bar{G}_2$, $\bar{G}_1\bar{G}_3$ und $\bar{G}_2\bar{G}_3$. Denkt man sich nun in $\bar{G}_1$ einen Punkt $\bar{q}$ angenommen und durch $\bar{q}$ eine Ebene E_2 geführt, welche die E_1 in der Grenzebene schneidet, so müssen die Bilder der Schnitte von E_2 mit den Ebenen $\bar{G}_1\bar{G}_2$, $\bar{G}_1\bar{G}_3$ und $\bar{G}_2\bar{G}_3$ parallel sein den Bildern der Schnitte dieser drei Ebenen mit E_1. — Demnach sind $q\alpha$ und $r\beta$ die Bilder der Schnitte von E_2 mit $\bar{G}_1\bar{G}_3$ und $\bar{G}_2\bar{G}_3$; der Punkte p, in dem $q\alpha$ und $r\beta$ sich schneiden, ist also das Bild eines den Ebenen $\bar{G}_1\bar{G}_3$ und $\bar{G}_2\bar{G}_3$ gemeinsamen Punktes, d. h. eines Punktes von $\bar{G}_3$; durch p muß somit das Bild $\bar{G}_3$ gehen.

Liegt $\bar{P}$ in der Ebene $\bar{G}_1\bar{G}_2$, so löse man zunächst die Aufgabe für irgend einen andern, im Sehstrahl $P\Omega$ befindlichen Punkt $\bar{P}_1$. Das Bild der durch $\bar{P}$ gehenden $\bar{G}_3$ muß dann mit dem gefundenen Bilde der durch $\bar{P}_1$ gehenden zu $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ gleichfalls parallelen Geraden zusammenfallen.

Es sei (Fig. 17) eine Gerade $\bar{G}$ durch G und G', ferner ein außerhalb $\bar{G}$ befindlicher Punkt $\bar{p}$ durch p und p' gegeben; der Begegnungspunkt von $\bar{G}$ liege außerhalb der Papiergrenze. Man soll das Bild und Grundrißbild einer durch $\bar{p}$ gehenden, zu $\bar{G}$ parallelen Geraden $\bar{G}_1$ angeben. Fig. 17.

Wählt man in GG' die Punkte aa' und bb' und zieht $b\alpha \| ap$ und $b'\alpha' \| a'p'$, so ist leicht einzusehen, daß in $b\alpha$ das Bild und in $b'\alpha'$ das Grundrißbild eines Punktes $\bar{q}$ der Geraden $\bar{G}_1$ liegen muß. $\bar{G}_1$ liegt nämlich in der Ebene E, die man durch $\bar{p}$ und $\bar{G}$ führen kann; die Gerade $\bar{b}\bar{\alpha}$ geht durch $\bar{b}$ und durch jenen Punkt, in welchem die Gerade $\bar{a}\bar{p}$ die Grenzebene schneidet, befinden sich somit ebenfalls in in der Ebene E, muß also die Gerade $\bar{G}_1$, der sie nicht parallel ist, in einem Punkte $\bar{q}$ schneiden.

Nun ist man im Stande, das durch p' gehende Grundrißbild G'_1 zu bestimmen. $\bar{G}'$ und $\bar{G}'_1$ sind parallele Horizontalgerade, haben also

ihren gemeinsamen Begegnungspunkt im Horizonte HH; dieser kann als das Bild einer in der Horizontalebene gelegenen, zu $\bar{G}'$ parallelen Geraden angesehen werden, G_1' kann daher hier in derselben Weise gefunden werden, wie in Fig. 16 das Bild G_2..

So ergibt sich, etwa mit Hilfe der Geraden $a'p'$, $a'\beta$, $\beta p'$ und der ihnen der Reihe nach parallelen Geraden $b'\alpha'$, $b'\gamma$, $\gamma\delta$ der dem Grundrißbilde G_1' angehörende Punkt q'. Die Verticale $q'\epsilon$ bestimmt dann in $b\alpha$ den dem Bilde G_1 angehörenden Punkt q.

Liegt $\bar{p}$ in der durch $\bar{G}$ gehenden horizontal projicirenden Ebene, also p' in G', so führe man die Aufgabe zunächst für einen Punkt $\bar{p}_1$ durch, dessen Bild mit p zusammenfällt, dessen Grundrißbild p_1' jedoch außerhalb G' liegt. Das Bild der durch $\bar{p}_1$ gehenden Geraden ist dann, wie leicht einzusehen, zugleich das Bild der durch $\bar{p}$ gehenden Geraden.

F. Schattenlehre.

Befindet sich ein leuchtender Punkt L in der Grenzebene, so sind die Bilder der von ihm ausgehenden Strahlen einander parallel, eben so sind die Grundrißbilder dieser Strahlen unter einander parallel.

Fig. 18. Fig. 18 zeigt die Aufsuchung des Schlagschattens des Dreieckes $\bar{a}\bar{b}\bar{c}$ auf die Grundebene und auf die Ebene MNO.

Die Lage des leuchtenden Punktes L ist durch das Bild S und das Grundrißbild S' eines von ihm ausgehenden Strahles bestimmt. Wird durch Δ eine zu S' parallele Gerade gezogen, so ist ihr Schnittpunkt mit XX' der Aufriß des Grundrisses von L, also mit $(L')''$ zu bezeichnen (siehe Fig. 18); wird nun eine Verticale $(L')''\alpha$ und ferner die Gerade $\Delta\beta$ parallel zu S gezogen, so ist der Schnittpunkt von $(L')''\alpha$ und $\Delta\beta$ der Aufriß L'' des leuchtendes Punktes. Es ist leicht einzusehen, daß die Projectionen der von L ausgehenden Strahlen auf irgend eine zur Bildebene senkrechte Ebene, also auch die auf eine beliebige Horizontalebene, sich in einem Punkte der Grenzebene schneiden, also parallele Bilder besitzen. Es sei z. B. $\nu\omega$ die Verticaltrasse einer Horizontalebene E, L_1 die orthogonale Projection von L auf E. L_1 liegt offenbar auch in der Grenzebene, die Bilder der in L_1 sich schneidenden Lichtstrahlprojectionen müssen demnach der Geraden ΩL_1, und da diese der Bildebene parallel ist,

auch ihrem Aufriß $\Delta L_1''$ parallel sein; der Punkt L_1'' ist leicht anzugeben, er ist der Schnittpunkt von $\nu\omega$ und $L''(L')''$.

Liegt $(L')''$ außerhalb der Papiergrenze, so mache man (Fig. 19), nachdem $\Delta x || S'$ gezogen wurde, $\Delta\alpha$ etwa $= \frac{\Delta\Delta'}{3}$, ziehe $\alpha\beta || HH$ bis zum Schnittpunkt β mit Δx, errichte in β eine Verticale und trage auf derselben $\beta S = \frac{\Delta'\gamma}{3}$ auf; $\Delta\delta$ ist dann ein Stück von $\Delta L_1''$. Fig. 19.

In Fig. 20 ist das Bild eines Prismas gegeben; MNO ist die Ebene der Basis, B der Begegnungspunkt der Seitenkanten; durch S und S' ist die Lage des in der Grenzebene befindlichen leuchtenden Punktes L fixirt. Man soll jene Seitenkanten angeben, welche die beleuchteten Seitenflächen von den nicht beleuchteten trennen. Man hat bekanntlich durch den leuchtenden Punkt eine den Seitenkanten des Prismas parallele Gerade zu führen und den Schnittpunkt derselben mit der Ebene der Prismabasis zu suchen. Soll nun hier eine Gerade durch L gehen, so muss ihr Bild $||$ zu S, ihr Grundrißbild $||$ zu S' sein; soll eine Gerade parallel den Seitenkanten sein, so muß ihr Bild durch B, ihr Grundrißbild durch B' gehen. Zieht man also durch B eine zu S, und durch B' eine zu S' parallele Gerade, so ist erstere das Bild, letztere das Grundrißbild jener Geraden, die durch L geht und den Seitenkanten des Prismas parallel geht. Nun bestimmt man das Bild δ des Schnittpunktes dieser Geraden mit MNO, und zieht durch δ die das Bild der Basis einschließenden Geraden δc und δf; durch die Punkte c und f gehen jene Seitenkanten, welche die beleuchteten von den nicht beleuchteten Seitenflächen scheiden. Fig. 20.

Sind (Fig. 21) die Seitenkanten eines Prismas parallel der Bildebene, so wird die Basisebene von der Geraden, welche man durch L parallel den Seitenkanten führt, in einem der Grenzebene angehörenden Punkte geschnitten. Alle Ebenen, die man durch L parallel den Seitenkanten führen kann, schneiden daher die Basisebene in Geraden, deren Bilder einander parallel sind. Führt man durch einen Punkt p einer Seitenkante, etwa der cc_1, eine Gerade, deren Bild und Grundrißbild beziehungsweise parallel zu S und S' sind, bestimmt das Bild δ des Schnittpunktes dieser Geraden mit der Basisebene und zieht die Gerade δc, so ist dieselbe das Bild des Schnittes Fig. 21.

der Basisebene mit der durch cc_1 und L gehenden Ebene. Zieht man nun parallel zu $c\delta$ die das Basisbild einschließenden Geraden $\alpha\beta$ und $\gamma\varepsilon$, so gehen durch die Punkte b und d jene Seitenkanten, welche die beleuchteten von den nichtbeleuchteten Seitenflächen trennen.

Liegt der Begegnungspunkt der Seitenkanten des Prismas außerhalb der Papiergrenze, so kann man das Prisma mit einer durch L gehenden Ebene zum Schnitt bringen und an das Bild desselben die zu S parallelen einschließenden Geraden ziehen.

Jede Ebene, deren MN durch das $\bar{h}$ und deren NO durch das v einer durch L gehenden Geraden gezogen wird, geht durch L. Am einfachsten ist es aber, eine horizontal projicirende Ebene $\mu\nu\omega$ (deren $\mu\nu$ also $\| S'$ ist) oder eine durch Ω gehende Ebene $\mu_1\nu_1\omega_1$ (bei der Fig. 22. $\mu_1\nu_1\omega_1 \| S$ ist) durch L zu führen. In Fig. 22 wurde eine horizontal projicirende Ebene verwendet.

Fig. 23. In Fig. 23 ist das Bild einer Pyramide gegeben; die Basis liegt in der durch NO, P und P' bestimmten Ebene, die Spitze $\bar{s}$ ist durch s und s' fixirt. Man soll jene Spitzenkanten bestimmen, welche die beleuchteten Seitenflächen von den nicht beleuchteten trennen. Zieht man durch s eine zu S, durch s' eine zu S' parallele Gerade, so ist erstere das Bild, letztere das Grundrißbild einer durch L und $\bar{s}$ gehenden Geraden. Bestimmt man nun das Bild des Schnittes dieser Geraden mit der Basisebene und zieht die einschließenden Geraden δb und δe, so sind bs und es die Bilder der verlangten Spitzenkanten.

Das hier Gesagte läßt sich natürlich auch auf Cylinder- und Kegelflächen anwenden; statt der einschließenden Geraden hat man die betreffenden Tangenten an die Leitcurvenbilder zu ziehen.

Fig. 24. Fig. 24 zeigt die Ausmittlung des Schlagschattens einer Geraden auf eine Cylinderfläche; die Leitlinie liegt in einer horizontal projicirenden Ebene, die Erzeugenden haben in einem Punkte B des Horizontes den Begegnungspunkt.

Fig. 25. In Fig. 25 würde der Schlagschatten bestimmt, den ein Dreieck auf eine Kegelfläche wirft, deren Leitlinie in der Grundebene liegt und deren Spitze $\bar{s}$ durch s und s' gegeben ist, — ferner der Schlagschatten des Kegels und Dreieckes auf die Grundebene.

G. Schnitt einer Linie mit einer Rotationsfläche.

Fig. 26. In Fig. 26 ist der Schnittpunkt einer Geraden $\bar{G}$ mit einer Rotationsfläche bestimmt. Die Ratationsaxe, eine Horizontalgerade,

deren Begrenzungspunkt außerhalb der Papiergrenze liegt, ist fixirt durch ihr Bild AA und durch ihren Schnitt v mit der Bildebene; in der durch $\overline{A}\overline{A}$ gehenden horizontal projicirenden Ebene liegt die rotirende Curve $\overline{RS}$; RS ist ihr Bild; $\bar{G}$ ist durch G und G' gegeben. Zunächst wurde eine zu $\overline{A}\overline{A}$ senkrechte Ebene mno gezeichnet. Die Rotationsaxe wurde um ihren Aufriß $\overline{A}\overline{A}''$ in die Bildebene, nach $\overline{A_1}\overline{A_1}$, umgelegt und $DB \perp \overline{A_1}\overline{A_1}$ gezogen. B ist der Begegnungspunkt aller zu $\overline{A}\overline{A}$ senkrechten Horizontalgeraden; no ist $\perp XX'$, mn verschwindet in B.

Die durch B und v_1 gezogene Gerade bestimmt das Bild δ des Schnittpunktes von $\overline{A}\overline{A}$ mit mno; durch δ' und v' geht dann das Grundrißbild $A'A'$; $\mu\nu\omega$ ist die durch $\overline{A}\overline{A}$ gehende, horizontal projicirende Ebene.

Behufs der Ermittlung des Schnittpunktes der Geraden $\bar{G}$ mit der Rotationsfläche bestimmt man gewöhnlich das Bild des Schnittes der Fläche mit einer Ebene, die man durch $\bar{G}$ parallel zu $\overline{A}\overline{A}$, also $\perp$ zu mno führt. Dies wäre aber hier etwas umständlich, da der Begegnungspunkt von $\overline{A}\overline{A}$ außerhalb der Papiergrenze liegt.

Zweckmäßiger ist es, durch $\bar{G}$ und durch jenen Punkt $\bar{\Gamma}$, in welchem $\overline{A}\overline{A}$ die Grenzebene schneidet, eine Ebene E zu führen und das Bild des Schnittes von E mit der Rotationsfläche zu suchen.

Zunächst ist der Schnitt von E mit mno zu ermitteln. Die Verticale $\delta\varepsilon$ ist das Bild des Schnittes von mno und $\mu\nu\omega$; $\bar{G}$ schneidet hier die $\mu\nu\omega$ in einem Punkte, dessen Bild ϑ ist; zieht man die zu AA parallele Gerade $\vartheta\eta$ (das Bild der Geraden $\bar{\Gamma}\bar{\vartheta}$), so schneidet sie die $\delta\varepsilon$ in einem Punkte p, der, wie leicht einzusehen, das Bild eines den Ebenen E und mno gemeinsamen Punktes ist. Nimmt man ferner in GG' einen Punkt $\alpha\alpha'$ an, zieht $\alpha\beta \| AA$ und $\alpha'\beta' \| A'A'$ (d. h. das Bild und Grundrißbild der Geraden $\bar{\Gamma}\bar{\alpha}$) und bestimmt q, das Bild des Schnittes von $\bar{\Gamma}\bar{\alpha}$ mit mno, so ist q das Bild eines zweiten, den Ebenen E und mno gemeinsamen Punktes, pq somit das Bild des Schnittes von E mit mno. Mit Hilfe des Theilpunktes T (dem Begegnungspunkte B entsprechend) bestimmen sich dann die in die Bildebene umgelegten Geraden $\bar{\delta}_1\bar{\varepsilon}_1$ und $\bar{p}_1\bar{q}_1$.

Nimmt man nun in RS einen Punkt 1 an, so handelt es sich darum, das Bild I jenes Punktes zu bestimmen, in welchem E von dem durch $\bar{1}$ gehenden Parallelkreise geschnitten wird; das Bild I soll jedoch ermittelt werden, ohne das Bild des in Rede stehenden

Parallelkreises zu benützen. Zieht man $1x \| AA$ (oder trägt man $1x = 1c_1$ auf), legt $\bar{x}$ nach $\bar{x}_1$ um und beschreibt aus $\bar{\delta}_1$ mit dem Halbmesser $\overline{\delta_1 x_1}$ einen Kreis k, so ist dies jener in die Bildebene umgelegte Kreis, in welchem die Ebene mno geschnitten wird von dem Kegel K_1, dessen Spitze $\bar{\Gamma}$ und dessen Leitlinie der durch $\bar{1}$ gehende Parallelkreis ist. Der Kreis k wird von $\bar{p}_1\bar{q}_1$ in einem Punkte $\bar{a}_1$ (und in einem zweiten, hier nicht in Verwendung kommenden Punkte) geschnitten; ermittelt man (mit Hilfe von T) das Bild a und zieht die zu AA parallele Gerade aw, so ist diese das Bild jener Geraden, in der die Ebene E den Kegel K_1 schneidet, in aw muß also I liegen. Das Bild I muß ferner in dem Bilde tu jener Geraden liegen, in welcher E die durch $\bar{1}$ gehende Parallelkreisebene $\mu_1\nu_1\omega_1$ schneidet, der Schnitt von aw mit tu ist somit das gesuchte Bild I. In derselben Weise ergeben sich die den Punkten 2, 3, 4 entsprechenden Bilder II, III, IV; der Punkt Σ, in welchem G von der Curve I II III IV geschnitten wird, ist das Bild jenes Punktes, in welchem $\bar{G}$ die Rotationsfläche schneidet.

In derselben Weise kann natürlich auch das Bild des zweiten Schnittpunktes von $\bar{G}$ mit der Rotationsfläche gefunden werden.

Ist die Gerade $\bar{G}$ durch $\bar{r}\bar{s}$, eine Curve doppelter Krümmung, vertreten, so hat man statt der durch $\bar{\Gamma}$ und $\bar{G}$ gehenden Ebene E einen Kegel K', dessen Spitze $\bar{\Gamma}$ und dessen Leitlinie $\bar{r}\bar{s}$ ist.

Die Schnitte einzelner Parallelkreise mit K' werden in ähnlicher Weise bestimmt, wie zuvor die Schnitte dieser Parallelkreise mit E. Es sei z. B. aw das Bild jener Geraden $\bar{\Gamma}\bar{a}$, in der K' von jenem Kegel K_1 geschnitten wird, dessen Spitze $\bar{\Gamma}$ und dessen Leitlinie der dem Punkte 1 entsprechende Parallelkreis ist. Die zu $A'A'$ parallele Gerade $a'w'$ sei ferner das Grundrißbild von $\bar{\Gamma}a$; das nun leicht zu bestimmende Bild des Schnittes von aw, $a'w'$ mit $\mu_1\nu_1\omega_1$, der durch $\bar{1}$ gehenden Parallelkreisebene, ist das verlangte Bild I jenes Punktes, in welchem der durch $\bar{1}$ gehende Parallelkreis den Kegel K' schneidet.

II. Verrückung des Augpunktes unter Beibehaltung der ursprünglichen Augdistanz. Stereoskopische Bilder.

Fig. 27. Es sei Fig. 27 a das Bild, a' das Grundrißbild eines Punktes $\bar{a}$ bei jener Stellung des Auges Ω, für welche Δ der Augpunkt und ΔD die Augdistanz ist; nun ändere das Auge unter Beibehaltung derselben Augdistanz seinen Ort, es komme nach Ω_1, so daß der Aug-

punkt in Δ_1, der Horizont in H_1H_1 erscheint. Man soll, der neuen Stellung des Auges entsprechend, das Bild a_1 und das Grundrißbild a'_1 desselben Punktes $\bar{a}$ bestimmen. Offenbar ist Ω_1 ein in der durch Ω gehenden Grenzebene gelegener Punkt; die Bilder der durch Ω_1 gehenden Sehstrahlen müssen daher $\| \Delta\Delta_1$, die Grundrißbilder dieser Sehstrahlen $\| \Delta\Delta'_1$ sein, wobei Δ'_1 der in XX' gelegene Grundriß von Δ_1 ist. Zieht man also $a'\alpha \| \Delta\Delta'_1$, $\alpha\beta \perp XX'$, $a\gamma \| \Delta\Delta_1$, so ist dort, wo $a\gamma$ und $\alpha\beta$ sich schneiden, der Schnittpunkt des Sehstrahles $\Omega_1\bar{a}$ mit der Bildebene, d. h. das neue Bild a_1. Das neue Grundrißbild a'_1 ergibt sich in der Verlängerung von $a_1\alpha$ mit Hilfe der zu $\Delta\Delta_1$ parallelen Geraden $a'\varepsilon$.

Ist b das Bild eines in der Grundebene gelegenen Punktes $\bar{b}$ in Bezug auch Ω, so ergibt sich das dem Auge Ω_1 entsprechende Bild b_1 mit Hilfe der Geraden $b\zeta$, $\zeta\eta$, $b\vartheta$, von denen $b\xi \| \Delta\Delta'_1$, $\zeta\eta \perp XX'$ und $b\vartheta \| \Delta\Delta_1$ ist.

In dieser Weise erhält man aus dem, dem Augpunkt Δ entsprechenden Bilde P eines Prisma's $\bar{P}$ das dem Augpunkt Δ_1 entsprechende Bild P_1 desselben Prisma's $\bar{P}$. Das eben Gesagte läßt sich bei der Zeichnung stereoskopischer Bilder in Anwendung bringen.

Die beiden Augpunkte liegen hiebei in demselben Horizont, die beiden Augdistanzen sind gleich groß.

Ist a das Bild, a' das Grundrißbild eines Punktes $\bar{a}$ in Bezug auf Δ, so erhält man a_1 und a'_1, das Bild und Grundrißbild von $\bar{a}$ in Bezug auf Δ_1, wenn man die zu $\Delta\Delta'_1$ parallele Gerade $a'\alpha$ zieht, die in α die Axe XX' schneidet, in α dann eine Verticale errichtet und durch a und a' Horizontale zieht; die Schnittpunkte dieser letzteren mit der in α errichteten Verticalen sind beziehungsweise a_1 und a'_1.

II. Weitere Einbeziehung der Grenzebene in die Betrachtungen über Punkte, Gerade und Ebenen.

1. Es sei G das Bild einer Geraden $\bar{G}$, B ihr Begegnungspunkt, v ihr Schnittpunkt mit der Bildebene, a das in G gelegene Bild eines in $\bar{G}$ befindlichen Punktes $\bar{a}$. Hier läßt sich nun aus der Lage von a folgendermaßen auf die Lage von $\bar{a}$ schließen:

Liegt a zwischen B und v, so ist $\bar{a}$ hinter der Bildebene,
„ v „ B „ a, „ „ $\bar{a}$ zwischen Bild- und Grenzebene,
„ B „ a „ v, „ „ $\bar{a}$ vor der Grenzebene.

(„Vor der Grenzebene“ befinden sich alle vor der Bildebene befindlichen Punkte, deren Entfernung von der Bildebene größer als die Augdistanz ist.)

2. Das zuvor Erörterte gilt natürlich auch von Geraden, die zur Bildebene senkrecht sind, also in Δ verschwinden. Ist a das Bild und $\bar{a}''$ der Aufriß eines Punktes $\bar{a}$, so gilt demnach die Regel:

Liegt a zwischen Δ und $\bar{a}''$, so ist $\bar{a}$ hinter der Bildebene,
„ $\bar{a}''$ „ Δ „ a, „ „ $\bar{a}$ zwischen Bild- und Grenzebene,
„ Δ „ a „ $\bar{a}''$, „ „ $\bar{a}$ von der Grenzebene.

Aus der Lage von $\bar{a}''$ gegen HH und ZZ' läßt sich ferner auf die Lage von $\bar{a}$ gegen die Horizont- und Verticalebene schließen.

3. Ist $\bar{G}$ durch G, B und v gegeben und nimmt man in G die Punkte r und s auf entgegengesetzten Seiten von B etwa derart an, daß B zwischen s und v liegt, so befindet sich, wenn $\bar{r}$ und $\bar{s}$ der $\bar{G}$ angehören, $\bar{s}$ vor der Grenzebene, $\bar{r}$ hinter der Grenzebene (d. h. entweder zwischen Grenz- und Bildebene, oder in der Bildebene, oder hinter der Bildebene) und es gilt die Regel:

Die ins Unendliche gehenden Verlängerungen von G über r und s hinaus sind beziehungsweise die Bilder der Strecken $\bar{r}\bar{\Gamma}$ und $\bar{s}\bar{\Gamma}$, und die Strecken rB und sB beziehungsweise die Bilder der ins Unendliche gehenden Verlängerungen von $\bar{G}$ über $\bar{r}$ und $\bar{s}$ hinaus.

Sind daher a und b die Bilder zweier der Geraden $\bar{G}$ angehörenden Punkte $\bar{a}$ und $\bar{b}$, so sind die zwischen a und b liegenden Punkte nur dann die Bilder der zwischen $\bar{a}$ und $\bar{b}$ gelegenen, wenn a und b auf derselben Seite von B sich befinden.

4. G sei das Bild, $\bar{G}''$ der Aufriß einer Geraden $\bar{G}$; man soll den Grenzpunkt Γ bestimmen.

$\Omega\bar{\Gamma}$ ist der Schnitt der Grenzebene mit der bildbestimmenden Ebene von $\bar{G}$; dieser Schnitt $\Omega\bar{\Gamma}$ muß, da die Grenzebene der Bildebene parallel ist, offenbar parallel sein dem Schnitt der Bildebene mit der bildbestimmenden Ebene, d. i. dem Bilde G. Zieht man also durch Δ die zu G parallele Gerade $\Delta\alpha$, so ist dieselbe der Aufriß von $\Omega\bar{\Gamma}$, der Schnittpunkt von $\Delta\alpha$ mit $\bar{G}''$ somit der Aufriß Γ'' von $\bar{\Gamma}$.

Bezüglich der Punkte B und Γ läßt sich sagen:

Sind die Aufrisse zweier oder mehrerer Geraden einander parallel, und schneiden sich ihre Bilder in einem derart gelegenen Punkte B, daß AB parallel den Aufrissen ist, so sind die Geraden im Raum einander parallel.

Sind die Bilder zweier oder mehrerer Geraden einander parallel und schneiden sich ihre Aufrisse in einem derart gelegenen Punkte Γ, daß $\Delta\Gamma$ parallel den Bildern ist, so schneiden sich die Geraden in einem der Grenzebene angehörenden Punkte $\bar{\Gamma}$.

Durch $\bar{G}''$, v und Γ ist $\bar{G}$ vollkommen bestimmt; ist ferner der Aufriß $\bar{a}''$ eines in $\bar{G}$ befindlichen Punktes gegeben, so kann man aus der Lage von $\bar{a}''$ folgendermaßen auf die Lage von $\bar{a}$ schließen:

Liegt v zwischen $\bar{a}''$ und Γ, so ist $\bar{a}$ hinter der Bildebene,
„ $\bar{a}''$ „ v „ Γ, „ „ $\bar{a}$ zwischen Bild- und Grenzebene,
„ Γ „ v „ $\bar{a}''$, „ „ $\bar{a}$ vor der Grenzebene.

5. Offenbar ist das Bild G einer Geraden $\bar{G}$ parallel jeder auf die Bildebene bezogenen Parallelprojection von $\Omega\bar{\Gamma}$. Für parallele Gerade desselben Systems ist nun die Länge der Strecke $v\bar{\Gamma}$, also auch die Länge jeder Parallelprojection dieser Strecke constant.

Hieraus ergibt sich ein in vielen Fällen zweckmäßiges Verfahren, die Bilder paralleler Geraden zu bestimmen, deren Begegnungspunkt außerhalb der Papiergrenze liegt, jedoch nicht zu weit von derselben entfernt ist.

Es sei (Fig. 28) durch den in der Bildebene gelegenen Punkt v_1 das Bild G_1 einer Geraden $\bar{G}_1$ zu ziehen, deren Begegnungspunkt der außerhalb der Papiergrenze befindliche Schnittpunkt B der Geraden $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ ist. Fig. 28.

Man nehme in $\gamma\delta$ einen Punkt v an, denke sich denselben als den Schnittpunkt einer zu ΩB, also auch zu $\bar{G}_1$ parallelen Geraden $\bar{G}$, $\gamma\delta$ somit als das Bild G dieser Geraden. Nimmt man ferner in $\alpha\beta$, nahe an α, einen Punkt z an und betrachtet ihn als schiefe Projection von Ω, so ist Bz die schiefe Projection von $B\Omega$; zieht man $v\varepsilon \parallel \alpha\beta$, so stellt $v\varepsilon$ die entsprechende schiefe Projection von $v\bar{\Gamma}$ dar (wobei $\bar{\Gamma}$ der Schnittpunkt von $\bar{G}$ mit der Bildebene ist); zieht man hierauf parallel zu $\gamma\delta$ die Gerade $z\zeta$, so ist dieselbe die entsprechende schiefe Projection von $\Omega\bar{\Gamma}$; der Schnittpunkt η von $z\zeta$ mit $v\varepsilon$ muß demnach die entsprechende schiefe Projection von $\bar{\Gamma}$, $v\eta$ also die schiefe Projection der Strecke $v\bar{\Gamma}$ sein.

Ist nun durch v_1 das Bild einer zu $\bar{G}$ parallelen, die Grenzebene in $\bar{\Gamma}_1$ schneidenden Geraden $\bar{G}_1$ zu ziehen, so kann man leicht die schiefe Projection von $\Omega\bar{\Gamma}_1$ angeben, der das Bild G_1 parallel sein muß; — z ist wieder die schiefe Projection des Auges; zieht man

$v_1\varepsilon_1 \| \alpha\beta$ und trägt $v_1\eta_1 = v\eta$ auf, so ist η_1 die schiefe Projection von $\bar{\Gamma}_1$; zieht man dann durch v_1 eine zu $z\eta_1$ parallele Gerade, so ist dieselbe das gesuchte Bild G_1.

Ist statt v_1 das Bild a eines in $\bar{G}_1$ gelegenen Punktes $\bar{a}$ gegeben, so bestimme man zunächst das Bild einer durch a gehenden, zu $\bar{G}_1$ parallelen Geraden; dasselbe stellt dann zugleich das Bild von $\bar{G}_1$ dar.

6. Ist eine Ebene E durch NO und $\overline{NO}$ gegeben und ist a das Bild eines in E gelegenen Punktes $\bar{a}$, so gilt die Regel:

Liegt a zwischen $\overline{NO}$ und NO, so ist $\bar{a}$ hinter der Bildebene,
„ NO „ $\overline{NO}$ „ a , „ „ $\bar{a}$ zwischen Bild- u. Grenzebene,
„ $\overline{NO}$ „ a „ NO, „ „ $\bar{a}$ vor der Grenzebene.

7. HH ist die Fluchtlinie der Grundebene, deren Verticaltrasse XX ist; der Grundriß $\bar{a}'$ eines Punktes $\bar{a}$ ist ein Punkt der Grundebene, je nachdem also das Grundrißbild a' zwischen HH und XX', oder XX' zwischen HH und a', oder HH zwischen a' und XX' liegt, befindet sich $\bar{a}'$, mithin auch $\bar{a}$ hinter der Bildebene, oder zwischen Bild- und Grenzebene, oder vor der Grenzebene.

Liegt nun $\bar{a}$ hinter der Grenzebene, so gilt die Regel:

Je nachdem a über oder unter a', über oder unter HH, rechts oder links von ZZ' liegt, befindet sich $\bar{a}$ über oder unter der Grundebene, über oder unter der Horizontalebene, rechts oder links von der Verticalebene.

Liegt $\bar{a}$ vor der Grenzebene, so gilt die Regel:

Je nachdem a über oder unter a', über oder unter HH, rechts oder links von ZZ' liegt, befindet sich $\bar{a}$ unter oder über der Grundebene, unter oder über der Horizontebene, links oder rechts von der Verticalebene.

8. Durch NO, $\overline{NO}$ und MN (jede dieser Linien über N hinaus verlängert gedacht), wird das Bild einer Ebene E in 6 Gebiete getheilt, welche jenen 6 Gebieten entsprechen, in welche E durch die Bildebene, Grenzebene und Grundebene zerlegt wird.

Liegt das Grundrißbild a' eines in E befindlichen Punktes $\bar{a}$ auf jener Seite von MN, auf welcher sich derjenige Theil von XX' befindet, mit dem der obere Theil von NO einen spitzen Winkel bildet, so sei dies angezeigt durch die Worte: „a' liegt auf der Seite des spitzen Winkels.“ Im entgegengesetzten Falle heiße es: „a' liegt auf der Seite des stumpfen Winkels“. — Liegt a' unter HH, also $\bar{a}$ hinter der Grenzebene, so befindet sich $\bar{a}$ über oder unter der Grundebene,

je nachdem a' auf der Seite des spitzen oder stumpfen Winkels liegt; liegt a' über HH, also $\bar{a}$ vor der Grenzebene, so befindet sich $\bar{a}$ über oder unter der Grundebene, je nachdem a' auf der Seite des stumpfen oder spitzen Winkels liegt.

9. Die Grenzebene wird von der einer bestimmten Ebene E entsprechenden Fluchtebene in einer durch Ω gehenden, zu NO parallelen Geraden $\Omega\Sigma$, und von E selbst in einer gleichfalls zu NO parallelen Geraden geschnitten, deren Abstand von $\Omega\Sigma$ gleich dem Abstande der NO von $\overline{NO}$ ist. Der Schnitt von E mit der Grenzebene heiße die Grenztrasse von E, ihre orthogonale Projection auf die Bildebene die Grenzlinie von E; erstere werde mit $(\overline{NO})$, letztere mit (NO) bezeichnet.

Die Grenzlinie einer Ebene, die durch NO und $\overline{NO}$ gegeben ist, ergibt sich, wenn man durch Δ eine zu NO parallele Gerade $\Delta\Sigma''$ (Aufriß von $\Omega\Sigma$), und zu dieser wieder eine Parallele derart zieht, daß sie in derselben Richtung auf $\Delta\Sigma''$ folgt, in der NO auf $\overline{NO}$ folgt und daß ihr Abstand von $\Delta\Sigma''$ gleich dem Abstande der NO von $\overline{NO}$ ist. Diese zweite Parallele ist (NO).

In der Regel kann man folgendes Verfahren anwenden: Schneidet irgend eine durch Δ gehende Gerade $\alpha\beta$ die $\overline{NO}$ in einem Punkte 1, die NO in einem Punkte 2, so ist, wenn man $\Delta 3 = 12$ auf $\alpha\beta$ in derselben Richtung aufträgt, in welcher 2 auf 1 folgt, 3 ein Punkt von (NO). Hieraus wird zugleich ersichtlich, wie man die erste oder die zweite der Linien NO, $\overline{NO}$ und (NO) bestimmt, wenn die beiden andern gegeben sind.

Ist die Ebene E senkrecht zur Bildebene, so geht $\overline{NO}$ durch Δ und NO und (NO) fallen zusammen; geht E durch Ω, so geht (NO) durch Δ und NO und $\overline{NO}$ fallen zusammen; ist E eine durch Ω gehende, zur Bildebene senkrechte Ebene, so fallen NO, $\overline{NO}$ und (NO) in eine durch Δ gehende Gerade zusammen.

10. Durch NO und (NO) ist die Lage der Ebene E vollkommen festgestellt; ist $\bar{a}''$ der Aufriß eines in E gelegenen Punktes $\bar{a}$, so besteht die Regel:

Liegt NO zwischen $\bar{a}''$ und (NO), so ist $\bar{a}$ hinter der Bildebene,
„ $\bar{a}''$ „ NO „ (NO), „ „ $\bar{a}$ zwischen Bild- u. Grenzeb.,
„ (NO) „ NO „ $\bar{a}''$, „ „ $\bar{a}$ vor der Grenzebene.

11. Ist E durch NO und $\overline{NO}$ gegeben, sind G_1 und G_2 die auf entgegengesetzten Seiten von $\overline{NO}$ gelegenen Bilder zweier in E

befindlichen, der Bildebene parallelen Geraden $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$, und liegt etwa $\overline{NO}$ zwischen G_2 und NO, also $\bar{G}_2$ vor, $\bar{G}_1$ hinter der Grenzebene, so sind die in's Unendliche gehenden Erweiterungen der Bildebene über G_1 und G_2 hinaus beziehungsweise die Bilder jener Gebiete von E, die zwischen $\bar{G}_1$ und $(\overline{NO})$ und zwischen $\bar{G}_2$ und $(\overline{NO})$ liegen; ferner ist das zwischen G_1 und $\overline{NO}$ gelegene Gebiet der Bildebene das Bild der in's Unendliche gehenden Erweiterung von E über $\bar{G}_1$ hinaus, und das zwischen G_2 und $\overline{NO}$ befindliche Gebiet der Bildebene das Bild der in's Unendliche gehenden Erweiterung von E über $\bar{G}_2$ hinaus.

Das zwischen G_1 und G_2 befindliche Gebiet der Bildebene ist also nur dann das Bild des zwischen $\bar{G}_1$ und $\bar{G}_2$ befindlichen Gebietes von E, wenn sich G_1 und G_2 auf derselben Seite von $\overline{NO}$ befinden.

Befindet sich der Punkt, in dem die Vertical- und die Horizontaltrasse die XX' schneiden, außerhalb der Papiergrenze und liegt MN oberhalb HH, so kann man sich leicht überzeugen, daß sich, wenn überhaupt ein Stück von NO innerhalb der Papiergrenzen liegt, NO und MN immer auf entgegengesetzten Seiten von $\overline{NO}$ befinden. Demnach ist in diesem Falle das zwischen NO und MN befindliche Gebiet der Bildebene nicht das Bild des zwischen NO und $\overline{MN}$ (welch letztere Linie vor der Grenzebene liegt) befindlichen Gebietes von E, — wie dies stets der Fall ist, wenn MN unterhalb XX' liegt, — sondern das Bild der in's Unendliche gehenden Erweiterungen von E über NO und $\overline{MN}$ hinaus.

12. Es sei *abcdefga* ein geschlossenes Polygon, in welchem nur je zwei unmittelbar auf einander folgender Seiten einen Punkt gemeinsam haben; dasselbe werde als das Bild einer, in der durch NO und $\overline{NO}$ bestimmten Ebene E gelegenen Figur gedacht. Diese in E befindliche Figur ist nur dann geschlossen, wenn alle Eckpunkte des Bildes auf derselben Seite von $\overline{NO}$ liegen.

Schneidet aber $\overline{NO}$ etwa die Seite *ag* in *r*, die Seite *cd* in *s*, und liegt *rabcs* auf der der NO abgewendeten Seite von $\overline{NO}$, so ist *rabcs* das Bild einer vor der Grenzebene befindlichen, nach einer Seite hin offenen Figur, die von den Geraden $\bar{a}\bar{b}$, $\bar{b}\bar{c}$ und zwei durch $\bar{a}$ und $\bar{c}$ gehenden Geraden, die sich vor der Grenzebene divergirend in's Unendliche erstrecken, begrenzt wird. Ferner ist *sdefgr* das Bild einer hinter der Grenzebene (also entweder zwischen Bild- und Grenzebene und hinter der Bildebene, oder blos hinter der Bildebene)

befindlichen, nach entgegengesetzter Seite hin offenen Figur, die von den Geraden $\overline{de}$, $\overline{ef}$, $\overline{fg}$ und von zwei, durch $\bar{d}$ und $\bar{g}$ gehenden Geraden, die sich hinter der Bildebene divergirend in's Unendliche erstrecken, begrenzt wird.

Dies ist sowohl dann der Fall, wenn die Bilder ag und cd gegen NO hin divergiren, als auch dann, wenn sie gegen NO hin convergiren oder einander parallel sind. Liegt das Bild eines Eckpunktes, etwa a, in $\overline{NO}$, so entspricht dem Bilde $abcdefga$ eine nach einer Seite hin offene Figur, die von den Geraden $\overline{bc}$, $\overline{cd}$, $\overline{de}$, $\overline{ef}$, $\overline{fg}$ und von zwei durch $\bar{b}$ und $\bar{g}$ gehenden, in's Unendliche sich erstreckenden, parallelen Geraden begrenzt wird, und je nach der Lage des Bildes gegen $\overline{NO}$ und NO sich vor oder hinter der Grenzebene befindet.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich anstellen bezüglich des Bildes einer geschlossenen Figur, die sich zum Theil vor, zum Theil hinter der Grenzebene befindet, oder deren einer Eckpunkt in der Grenzebene liegt.

13. Es seien die einer Ebene E entsprechenden Linien NO, $\overline{NO}$ und (NO) gegeben. Wird eine Gerade G, die NO in v und $\overline{NO}$ in B schneidet, als das Bild einer in E gelegenen Geraden $\bar{G}$ betrachtet, so ist v der Schnittpunkt von $\bar{G}$ mit der Bildebene, B der Begegnungspunkt von $\bar{G}$; zieht man durch v eine zu $B\Delta$ parallele Gerade, so ist diese der Aufriß $\bar{G}''$; der Schnittpunkt von $\bar{G}''$ mit (NO) ist der Grenzpunkt Γ von $\bar{G}$ und $\Delta\Gamma$ muß parallel zu G sein.

14. *a)* Es sei $\bar{P}$ ein in E gelegener Punkt; E sei durch NO, P und $\bar{P}''$ gegeben; man suche $\overline{NO}$ und (NO). Man ziehe durch P das Bild G einer die NO in v schneidenden, in E gelegenen Geraden $\bar{G}$, und durch v und $\bar{P}''$ den Aufriß $\bar{G}''$ derselben; dann bestimme man die dieser Geraden $\bar{G}$ entsprechenden Punkte B und Γ. Durch B geht $\overline{NO}$, durch Γ geht (NO).

b) Es sei E durch $\overline{NO}$, P und $\bar{P}''$ gegeben, NO und (NO) zu suchen. Man ziehe durch P das Bild G einer in E gelegenen Geraden $\bar{G}$; G schneidet die $\overline{NO}$ in B; durch B und $\bar{P}''$ ist $\bar{G}''$ bestimmt. Man suche nun v und Γ; durch v geht NO, durch Γ geht (NO).

c) Es sei E durch (NO), P und $\bar{P}''$ gegeben, NO und $\overline{NO}$ zu suchen. Man ziehe durch P das Bild G einer in E gelegenen Geraden $\bar{G}$ und durch Δ eine zu G parallele Gerade $\Delta\delta$, die in Γ die (NO) schneidet; durch Γ und $\bar{P}''$ geht $\bar{G}''$. Bestimmt man nun v und B, so ist v ein der NO, B ein der $\overline{NO}$ angehörender Punkt.

15. *a)* Es sei die Verticaltrasse NO und die Grenzlinie (NO) einer Ebene E, ferner das Bild P eines in E gelegenen Punktes $\bar{P}$ gegeben; man suche $\bar{P}''$. Man ziehe durch P das, die NO in v schneidende Bild G; durch Δ die zu G parallele Gerade $\Delta\delta$, welche (NO) in Γ schneidet, dann durch v und Γ den Aufriß $\bar{G}''$, in dem $\bar{P}''$ liegen muß.

Wenn $\overline{NO}$ außerhalb der Papiergrenze liegt, befinden sich die Bilder aller vor der Grenzebene gelegenen Punkte von E außerhalb der Papiergrenze; denn sie liegen derart, daß sich $\overline{NO}$ zwischen ihnen und NO befindet. Das vor der Grenzebene befindliche Gebiet von E ist also nicht darstellbar, da sich von irgend einem Punkte dieses Gebietes, wenn auch der Aufriß, so doch keinesfalls das Bild angeben läßt.

b) Es ist $\overline{NO}$, (NO) und P gegeben; $\bar{P}''$ zu suchen. Man ziehe durch P das die $\overline{NO}$ in B schneidende Bild G, durch Δ die zu G parallele Gerade $\Delta\delta$, die (NO) in Γ schneidet, und dann durch Γ den zu $B\Delta$ parallelen Aufriß $\bar{G}''$, in welchem $\bar{P}''$ liegen muß.

Liegt NO außerhalb der Papiergrenze, so müssen sich NO, $\overline{NO}$ und (NO) auf derselben Seite von Δ befinden. Die Aufrisse aller hinter der Bildebene befindlichen Punkte von E liegen auf der von (NO) abgewendeten Seite von NO, also außerhalb der Papiergrenze; die Bilder aller zwischen Bild- und Grenzebene gelegenen Punkte von E liegen suf der von $\overline{NO}$ abgewendeten Seite von NO, also auch außerhalb der Papiergrenze. Es ist also nur das vor der Grenzebene befindliche Gebiet von E darstellbar.

c) Gegeben sei: E durch (NO) und durch das Bild Q und den Aufriß Q'' eines in E gelegenen Punktes $\bar{Q}$, — ferner P, das Bild eines gleichfalls in E gelegenen Punktes $\bar{P}$. Man suche $\bar{P}''$. Man ziehe durch P und Q das Bild G, dann durch Δ die zu G parallele Gerade $\Delta\delta$, welche (NO) in Γ schneidet, und nun durch Γ und $\bar{Q}''$ den Aufriß $\bar{G}''$, in welchem $\bar{P}''$ liegen muß.

Wenn die zu PQ parallele Gerade $\Delta\delta$ die (NO) außerhalb der Papiergrenze schneidet, so wähle man das Bild R eines in E gelegenen Punktes $\bar{R}$ derart, daß man $\bar{R}''$ bestimmen kann und daß die zu PR parallele Gerade $\Delta\delta$; die (NO) innerhalb der Papiergrenzen schneidet, — und bestimme dann $\bar{P}''$ mit Hilfe des Punktes $\bar{R}$.

Liegen NO und $\overline{NO}$ außerhalb der Papiergrenzen, so ist, je nachdem $\bar{Q}$ zwischen Bild- und Grenzebene oder vor der Grenzebene

liegt, nur das zwischen Bild- und Grenzebene oder das vor der Grenzebene gelegene Gebiet von E darstellbar.

16. Es sei NO die Verticaltrasse, $\overline{NO}$ die Fluchtlinie, (NO) die Grenzlinie von E und $\bar{P}$ ein in E gelegener Punkt; die Ebene ist ihrer Lage nach bestimmt, wenn

1. NO und $\overline{NO}$, 2. NO und $\bar{P}$, 3. $\overline{NO}$ und $\bar{P}$, 4. NO und (NO), 5. $\overline{NO}$ und (NO), 6. (NO) und $\bar{P}$ gegeben sind.

Entsprechen no, $\overline{no}$, (no), $\bar{p}$ einer zweiten Ebene e, deren Schnitt mit E zu bestimmen ist, so sind folgende Fälle zu unterscheiden:

I. Beide Ebenen sind ohne Zuhilfenahme ihrer Grenzlinien gegeben; E und e sind also gegeben durch:

1. NO und $\overline{NO}$, no und $\overline{no}$; 4. NO und $\overline{NO}$, no und $\bar{p}$;
2. NO „ $\bar{P}$, no „ $\bar{p}$; 5. NO „ $\overline{NO}$, $\overline{no}$ „ $\bar{p}$;
3. $\overline{NO}$ „ $\bar{P}$, $\overline{no}$ „ $\bar{p}$; 6. NO „ $\bar{P}$, $\overline{no}$ „ $\bar{p}$.

II. Bei jeder der Ebenen ist die Grenzlinie gegeben; also gegebene Stücke:

7. (NO) und NO, (no) und no ; 10. (NO) und NO, (no) und $\overline{no}$;
8. (NO) „ $\overline{NO}$, (no) „ $\overline{no}$; 11. (NO) „ NO, (no) „ $\bar{p}$;
9. (NO) „ $\bar{P}$, (no) „ $\bar{p}$; 12. (NO) „ $\overline{NO}$, (no) „ $\bar{p}$.

III. Die eine Ebene ist mit, die andere ohne Zuhilfenahme der Grenzlinie gegeben.

13., 14., 15., (NO), NO — no, $\overline{no}$
16., 17., 18., (NO), $\overline{NO}$ — no, $\bar{p}$
19., 20., 21., (NO), $\bar{P}$ — $\overline{no}$, $\bar{p}$.

Bei Berücksichtigung der Grenzlinien werden also die ersten 6 Fälle um weitere 15 Fälle vermehrt; die Behandlung dieser letztern wird aus einigen Beispielen ersichtlich.

17. *a)* Es sei der Schnitt $\bar{S}$ einer Ebene (NO), NO mit einer Ebene (no), no zu suchen. Der Schnittpunkt von $\bar{S}$ mit der Bildebene heiße v, der Grenzpunkt von $\bar{S}$ heiße Γ.

Offenbar liegt v im Durchschnitt von NO und no, Γ im Durchschnitt von (NO) und (no). Zieht man nun durch v die Gerade $v\Gamma$ und eine zu $\Gamma\Delta$ parallele Gerade, so ist erstere $\bar{S}'$, letztere S.

b) Es ist der Schnitt $\bar{S}$ einer Ebene (NO), $\overline{NO}$ mit einer Ebene (no), $\overline{no}$ zu suchen. Der Schnittpunkt von $\overline{NO}$ und $\overline{no}$ ist der Begegnungspunkt B, der Schnittpunkt von (NO) und (no) der Grenzpunkt Γ von S. Zieht man durch B eine zu $\Delta\Gamma$; und durch Γ eine zu ΔB parallele Gerade, so ist erstere S, letztere $\bar{S}'$.

c) Es ist der Schnitt $\bar{S}$ einer Ebene (NO), $\bar{P}$ mit einer Ebene (no), $\bar{p}$ zu bestimmen. Man führt durch $\bar{P}$ und $\bar{p}$ eine zur Bildebene senkrechte Hilfsebene ε, deren Verticaltrasse $\nu\omega$ und Grenzlinie $(\nu\omega)$ somit in eine durch $\bar{P}''$ und $\bar{p}''$ gehende Gerade zusammenfallen, welche (NO) in Γ_1 und (no) in Γ_2 schneidet. Zieht man nun durch P eine zu $\Delta\Gamma_1$ parallele Gerade PQ und durch p eine zu $\Delta\Gamma_2$ parallele Gerade pq, welche PQ in α schneidet, so ist PQ das Bild des Schnittes von ε mit (NO), $\bar{P}$, — pq das Bild des Schnittes von ε mit (no), $\bar{p}$, — somit α das Bild eines den Ebenen (NO), $\bar{P}$ und (no), $\bar{p}$ gemeinsamen Punktes, dessen Aufriß $\bar{\alpha}''$ sich in $\nu\omega$ ergibt. Der Schnittpunkt von (NO) mit (no) ist der Grenzpunkt Γ von $\bar{S}$; zieht man nun die Gerade $\bar{\alpha}''\Gamma$ und durch α eine zu $\Delta\Gamma$ parallele Gerade, so ist erstere $\bar{S}'$, letztere S.

Liegen $\bar{P}$ und $\bar{p}$ derart, daß die Punkte Γ_1 und Γ_2 sich außerhalb der Papiergrenze befinden, so bestimme man zunächst günstiger gelegene Punkte $\bar{Q}$ und $\bar{q}$.

Liegen in den obigen drei Beispielen die Punkte v, B und Γ außerhalb der Papiergrenze, so hat man Hilfsebenen, am besten solche, welche zur Bildebene senkrecht sind, anzuwenden.

In ähnlicher Weise ist die Schnittbestimmung in jedem der übrigen Fälle auszuführen.

18. *a)* Es sei der Schnitt einer durch G und $\bar{G}''$ gegebenen Geraden mit einer durch NO und (NO) gegebenen Ebene E zu bestimmen. Man führe durch $\bar{G}$ eine zur Bildebene senkrechte Ebene e; die Verticaltrasse no und die Grenzlinie (no) derselben fallen mit $\bar{G}''$ zusammen und liefern mit NO den Schnittpunkt v, mit (NO) den Grenzpunkt Γ; zieht man durch v eine zu $\Delta\Gamma$ parallele Gerade, so ist dieselbe das Bild des Schnittes von e mit E, ihr Schnittpunkt mit G somit das Bild ϑ das der Ebene E und der Geraden $\bar{G}$ gemeinsamen Punktes $\bar{\vartheta}$; $\bar{\vartheta}''$ ergibt sich dann in $\bar{G}''$.

Man kann durch $\bar{G}$ auch die dieser Geraden entsprechende bildbestimmende Ebene ε führen, deren Verticaltrasse $\nu\omega$ mit G zusammenfällt und deren Grenzlinie $(\nu\omega)$ durch Δ geht und zu G parallel

ist. Die Verticaltrassen NO und $\nu\omega$ schneiden sich in v, die Grenzlinien (NO) und $(\nu\omega)$ in Γ; die Gerade $v\Gamma$ ist der Aufriß des Schnittes von ε mit E, ihr Schnittpunkt mit $\bar{G}''$ demnach der Aufriß $\bar{\vartheta}''$; ϑ ergibt sich dann in G.

b) Es sei der Schnitt einer durch G und $\bar{G}''$ gegebenen Geraden mit einer durch $\overline{NO}$ und (NO) gegebenen Ebene E zu bestimmen.

Man führe durch $\bar{G}$ eine zur Bildebene senkrechte Ebene e, deren (no), (mit $\bar{G}''$ zusammenfallend) die (NO) in Γ, und deren $\overline{no}$ (durch Δ gehend) die $\overline{NO}$ in B schneidet; wird durch B eine zu $\Delta\Gamma$ parallele Gerade gezogen, so ist selbe das Bild des Schnittes von e mit E, ihr Schnitt mit G somit das Bild ϑ; $\bar{\vartheta}''$ ergibt sich dann in $\bar{G}''$.

c) Es sei der Schnitt einer durch G und $\bar{G}''$ gegebenen Geraden mit einer durch (NO), P und $\bar{P}''$ gegebenen Ebene E zu bestimmen. Man führe durch $\bar{G}$ eine zur Bildebene senkrechte Ebene e, deren (mit $\bar{G}''$ zusammenfallende) (no) die (NO) in Γ schneidet. Wählt man nun in no, d. i. in $\bar{G}''$, einen Punkt $\bar{Q}''$, bestimmt Q so, daß $\bar{Q}$ in E liegt und zieht durch Q eine zu $\Delta\Gamma$ parallele Gerade, so ist selbe das Bild des Schnittes von e mit E, ihr Schnittpunkt mit G somit das Bild ϑ; $\bar{\vartheta}''$ ergibt sich dann in $\bar{G}''$.

Liegen die bei einer derartigen Aufgabe in Verwendung kommenden Punkte v, B, Γ außerhalb der Papiergrenze, so hat man sich zweckmäßig zu wählender Hilfsebenen zu bedienen.

19. Es sei eine Ebene MNO gegeben; (NO) zu suchen. Man zeichne das Bild und Grundrißbild einer in E gelegenen Geraden und suche deren Grenzpunkt; durch diesen geht (NO). Schneidet eine durch Δ parallel MN gezogene Gerade die XX' in Γ_1, so ist Γ_1 der Grenzpunkt der Horizontaltrasse, also ein Punkt von (NO).

20. Eine Ebene E sei durch (NO), P und P' gegeben; MN und NO befinde sich außerhalb der Papiergrenze; Q sei das Bild eines in E gelegenen Punktes; Q' sei zu bestimmen. Man verbinde P und Q durch eine Gerade G, ziehe parallel zu G die Gerade $\Delta\delta$, welche (NO) in Γ schneidet, bestimme Γ' und ziehe durch P' parallel zu $\Delta\Gamma'$ die Gerade G', in welcher Q' liegen muß.

Schneidet die zu PQ parallel gezogene Gerade $\Delta\delta$ die (NO) außerhalb der Papiergrenze, so bestimme man zunächst einen günstiger gelegenen Punkt RR' der Ebene E.

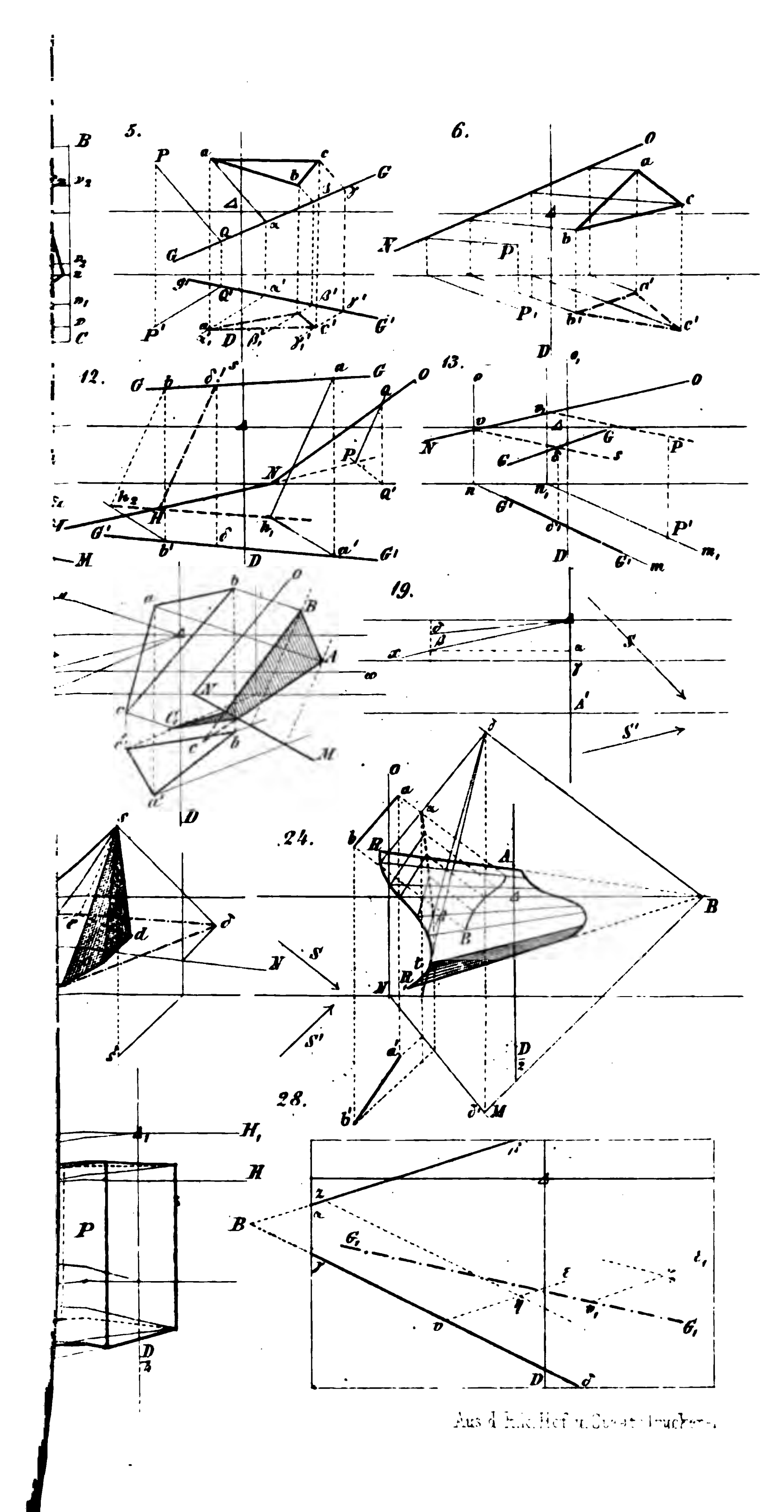
21. Man suche den Schnitt einer durch (NO), P und P' gegebenen Ebene E mit einer Ebene mno, deren (no) die (NO) in Γ

schneidet. Man führe durch $\bar{P}$ eine Ebene $\mu\nu\omega$ (etwa senkrecht zur Grundebene) derart, daß ihre $(\nu\omega)$ die (NO) in Γ_1 schneidet; zieht man dann $P\alpha || \Delta\Gamma_1$, so ist $P\alpha$ das Bild des Schnittes von $\mu\nu\omega$ mit E; $P\alpha$ schneidet das Bild S des Schnittes von $\mu\nu\omega$ mit mno in β; eine durch β parallel $\Delta\Gamma$ gezogene Gerade ist das Bild, eine durch β parallel zu $\Delta\Gamma'$ gezogene das Grundrißbild des Schnittes von E mit mno.

Hieraus ist zu entnehmen, wie man den Schnitt einer Ebene (NO), P, P' mit einer Ebene no, p, p', den Schnitt einer Ebene (NO), P, P' mit einer Ebene mn, p, p', den Schnitt einer Ebene (NO), P, P' mit einer Ebene (no), p, p' und endlich den Schnitt einer Geraden GG' mit einer Ebene (NO), P, P' ermittelt.

* * *

Schließlich sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Professor Johann Hönig, meinen innigsten Dank auszudrücken; denn angespornt zum Studium der Perspective haben mich vor Allem Herrn Professor Hönig's Vorlesungen am k. k. Wiener Polytechnicum.



Aus d. k.k. Hof- u. Staatsdruckerei



Über die Wärmecapacität verschiedener Bodenarten und deren Einfluß auf die Pflanze nebst kritischen Bemerkungen über Methoden der Bestimmung derselben.

Von **Dr. Leopold Pfaundler**,
Privatdocent in Innsbruck.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 11. Mai 1866.)

Zweck der Untersuchung.

Eine Bestimmung der Wärmecapacität der Bodenarten scheint vielleicht insofern eine nutzlose Arbeit zu sein, als die wechselnde und zum Theil chemisch undefinirbare, complicirte Zusammensetzung der letzteren der Erkenntniß von Gesetzmäßigkeiten hindernd in den Weg treten muß. Es war aber nicht meine Absicht Gesetze für den Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und Wärmecapacität der Erdarten zu ermitteln oder zu bestätigen, da dieses Problem in der Hauptsache bereits durch die Untersuchungen von Régnault, Neumann, Kopp u. A. über die specifischen Wärmen chemischer Verbindungen als gelöst zu betrachten ist. Ich hätte eher umgekehrt die Wärmecapacität der Erden aus ihrer Zusammensetzung berechnet, wenn nicht eine directe Bestimmung der ersteren viel schneller und sicherer zum Ziele führte.

Der Zweck meiner Bestimmungen war also ein anderer, den ich hiemit darlegen will.

Unsere Kenntnisse über den Vegetationsproceß lassen uns in demselben, so mangelhaft wir auch seine einzelnen Phasen kennen, ein Bogenstück aus dem Kreislauf der Stoffe erblicken. Seit Liebig nachgewiesen, daß die in den Bau der Pflanze eingehenden Stoffe in zwei Gruppen zerfallen, deren eine jene Elemente umfaßt, welche vorzugsweise aus der Atmosphäre stammen und in derselben der Pflanze in immer gleicher und hinreichender Menge dargeboten werden, während die der zweiten Gruppe angehörigen Stoffe aus dem Boden stammen, dessen Zusammensetzung veränderlich ist; seitdem lag es nahe, die Verschiedenheiten im Gedeihen der Pflanze dieser verschiedenen chemischen Zusammensetzung zuzuschreiben.

Unter gleichen klimatischen Verhältnissen mußten, so schien es, Bodenarten, welche der Pflanze gleiche Nahrung lieferten, auch eine gleiche Vegetation erzeugen können. Eine Verschiedenheit der letzteren aber mußte als Folge einer Verschiedenheit der Bodenzusammensetzung betrachtet werden.

Diese Theorie fand mehrfache Bestätigungen theils durch Culturversuche, theils durch Beobachtungen in der freien Natur, wo die Botaniker das ausschließliche Fortkommen mancher Pflanzenarten auf kalkfreiem oder kalkhaltigem Boden, so wie namentlich das Auftreten von Parallelformen derselben Arten auf chemisch verschiedener Unterlage beobachteten.

Während nun von mancher Seite in dieser Beziehung zu weit gegangen wurde, indem man für alle einschlägigen Erscheinungen die geognostische Unterlage als Erklärungsgrund benützte, erkannten vorsichtigere Forscher bald die Unzulänglichkeit der Erklärungsweise und wiesen auf die physikalischen Verschiedenheiten von Bodenarten gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung hin, in welchen der Grund zu den beobachteten Ausnahmen zu suchen sei.

Ursprünglich wurde aber diesen physikalischen Verschiedenheiten mehr insoferne Bedeutung beigelegt, als man in ihnen die Ursache chemischer Verschiedenheiten erkannte. Eine größere Lockerheit z. B. befördert die Verwitterung und Lösung der Bestandtheile; dies sind jedoch erst Wirkungen in zweiter Linie, sie gehören eigentlich in die Classe der rein mechanischen Bedingungen, welche sich von den physikalischen unterscheiden lassen.

Die umfangreichen und sorgfältigen Untersuchungen, welche Professor A. Kerner im hiesigen botanischen Garten seit einer Reihe von Jahren ausgeführt, ergeben, daß die chemische Zusammensetzung der Unterlage, wenn auch von großem, doch bei weitem nicht von jenem entscheidenden Einfluße sei, wie man früher vermuthet hatte. Viele Pflanzenarten sind in Bezug auf ihre Nahrung gar nicht so sehr wählerisch, sie nehmen z. B. gerne statt einer gewissen Menge von Magnesia eine entsprechende Menge Kalk auf, ohne dadurch eine wesentliche Veränderung zu erleiden, während sie andererseits durch eine nur wenig veränderte physikalische Beschaffenheit ihrer Unterlage in Wachsthum und Erscheinungsweise weit mehr afficirt werden.

Diese Thatsachen lassen sich voraussehen, wenn man beachtet, daß der Kreislauf der Stoffe mit einem Kreislauf der Kräfte im Causal-

nexus steht, dem die Stoffe ihre Bewegung verdanken. Es genügt nicht, daß die Aschenbestandtheile im Boden vorhanden seien, es muß eine Kraft da sein, um sie zu heben. Da die Löslichkeit dieser Aschenbestandtheile vorwiegend gering ist, überhaupt nur in sehr verdünnten Lösungen der Pflanze zuträglich sind, so muß eine bedeutende Quantität Wassers mitgehoben werden. Das ist nicht möglich ohne Aufwendung einer sehr beträchtlichen Arbeitsquantität. Diese wird gewonnen durch Verbrauch einer äquivalenten Menge von Wärme. Nur ein Theil des gehobenen Wassers strömt wieder innerhalb der Pflanze zurück und gibt dadurch zur Rückbildung von Wärme Anlaß, ein anderer Theil verdampft an der Oberfläche der Blätter.

Dieser Antheil entzieht also der Pflanze nicht blos die in ihm angehäufte Arbeitsquantität, sondern außerdem noch eine neue Menge Wärme, die als sogenannte latante Wärme im Wasserdampf entweicht. Die Erklärung der Hebung der Pflanzensäfte durch Capillaritäts- oder endosmotische Kräfte ist durchaus nicht mit der eben gegebenen im Widerspruche stehend, sondern führt nur den Proceß mehr im Detail aus, indem sie eine Vorstellung gibt, auf welchem Wege die Verwandlung der Wärme in Arbeit stattfindet. Das Schlußresultat ist, daß die Aufnahme der Aschenbestandtheile durch die Pflanze nur möglich ist durch Verbrauch von Wärme.

Es läßt sich leicht zeigen, daß auch die Aufnahme der andern Gruppe von Nahrungsstoffen ein gleiches Schlußresultat zur Folge haben muß. Die Bildung der verbrennlichen Pflanzenstoffe ist im Ganzen ein Reductionsproceß. Der Kohlenstoff, der hier besonders in Betracht kommt, wird aus seinem höchst oxydirten Zustande in sauerstoffarme Verbindungen übergeführt. Die gleiche Menge Wärme, welche durch Verbrennen des Holzes zu Kohlensäure und Wasser frei wird, muß durch den umgekehrten Proceß absorbirt werden, oder genauer ausgedrückt, zur Vermehrung der Disgregation der Stoffe verbraucht werden. Der Proceß der Ernährung der Pflanzen ist also in allen Theilen mit Wärmeverbrauch verknüpft.

Die wichtige Rolle der Wärme als Vegetationsbedingung ist längst erkannt, wenn sie auch noch nicht im Lichte der mechanischen Wärmetheorie betrachtet worden ist.

Um nun den Einfluß der Bodenzusammensetzung für sich allein auf die Pflanze bestimmen zu können, suchte man jenen der Wärme aus den Beobachtungen zu eliminiren, indem man hiezu Örtlichkeiten

wählte, die bei verschiedener Unterlage gleichen Wärmezuflüßen ausgesetzt waren. Man beobachtete z. B. auf gleicher Meereshöhe und bei gleicher Exposition auf Kalk- und Schiefergebirge oder sicherer auf künstlicher Unterlage im botanischen Garten unmittelbar neben einander. Trotzdem erhielt man keine reinen Resultate, denn auf verschiedenster Unterlage gediehen oft dieselben Pflanzen in derselben Weise, andererseits zeigten sich dort Verschiedenheiten, wo die Unterlage die gleichen Nahrungsstoffe lieferte.

Es läßt sich nun zeigen, daß die Bedingung gleicher Wärmequantitäten unter diesen Umständen nicht erreicht worden war. Ist bei diesen Versuchen die Lufttemperatur auch immer beiderseits dieselbe, so ist es deßwegen noch nicht die Bodentemperatur, denn diese hängt ab von der Wärmecapacität, von der inneren und äußeren Leitungsfähigkeit, vom Absorptionsvermögen ihrer Oberfläche gegen strahlende Wärme und Licht. Und wäre selbst die Bodentemperatur dieselbe, so folgt daraus noch lange nicht die Abgabe gleicher Wärmemengen an die Pflanze.

Man hat beobachtet, daß das Fortkommen mancher Arten vorherrschend von der zugeführten Wärmemenge abhängig ist, während bei anderen das Erreichen eines gewissen Maximums und das Nichtsinken unter ein Minimum als Lebensbedingung erscheint. Auf beide Bedingungen sind die aufgezählten physikalischen Eigenschaften von größtem Einfluß, vor Allem Wärmecapacität und Leitungsvermögen. Ihre Wirkungen müssen bei jenen Arten am bedeutendsten hervortreten, welche nur eine geringe Höhe erreichen, weil bei diesen die vom Boden stammende Wärme einen größeren Bruchtheil der Gesammtwärme ausmacht.

Will man auf die Erforschung der Vegetationsbedingungen, welche aus den angeführten Gründen jedenfalls große Schwierigkeiten bietet, nicht verzichten, sondern dieselbe auf exacter Basis fortführen, so ist dies nach meiner Ansicht nur möglich, indem man auch die genannten physikalischen Eigenschaften mit in Rechnung bringt. Schon die Erörterung der Frage, ob überhaupt der Einfluß derselben ein so großer sein kann, daß er in Rechnung gezogen werden muß, setzt Bestimmungen derselben voraus. Erst wenn wir wissen, um wie viel z. B. die Wärmecapacitäten verschiedener Bodenarten von einander abweichen, können wir über die Wichtigkeit oder Unwichtigkeit dieser Untersuchungen entscheiden.

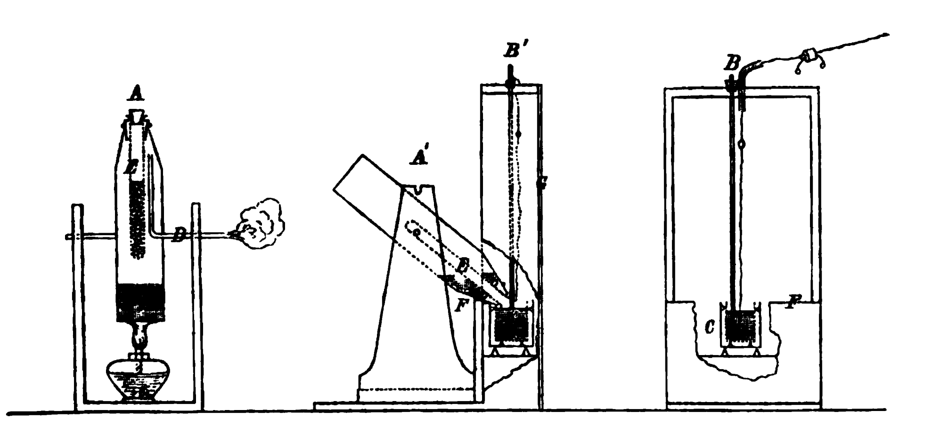
Aus diesem Grunde nun habe ich, weil eben mit ähnlichen Arbeiten zu anderem Zwecke beschäftigt, auch einige Bodenarten in Bezug auf ihre Wärmecapacität untersucht, und veröffentliche hiemit die Resultate als erste Anhaltspunkte für weitere Arbeiten.

Als Materiale stand mir durch die Freundlichkeit des Herrn Professors Kerner eine Anzahl von ihm gesammelter Erden zur Verfügung.

Da Bestimmungen dieser Art nicht häufig sind, und fast von jedem Experimentator bisher abweichende Apparate und Berechnungsmethoden in Anwendung gebracht wurden, deren Kenntniß zur Schätzung der Genauigkeit der Bestimmungen erforderlich ist, so will ich die von mir befolgte Methode hier beschreiben und glaube dadurch auch jenen einen Dienst zu erweisen, welche sich mit gleichen Untersuchungen beschäftigen werden.

Methode der Bestimmungen.

Ich wählte die Mischungsmethode und benützte dazu einen ursprünglich von Régnault construirten, sehr zweckmäßigen Apparat, an dem ich einige kleine Änderungen anbrachte, die mir seine Anwendung noch bequemer zu machen schienen.



A und *A'* stellt den Erhitzungsapparat von vorn und von seitwärts gesehen dar. Er besteht aus einer blechernen Büchse, in welcher mittelst eines Korkes eine Eprouvette *E* befestigt wird, die den zu untersuchenden Körper aufnimmt. Beim Apparat von Régnault wird

dieselbe durch ein Gefäß von Messingblech vertreten, welches fest mit der Büchse verbunden ist. Die Anwendung der Eprouvette bietet den Vortheil, daß man das Gewicht der beim Versuche entleerten Substanz durch Zürückwägen der ersteren bequemer und sicherer ermitteln kann; auch die Durchsichtigkeit spricht für dieselbe, das geringere Leitungsvermögen des Glases verlängert zwar die nöthige Zeitdauer des Erhitzens, ist dann aber zu Gunsten des Apparates, da es Temperatureinflüße von Seite des alleruntersten Randes der Eprouvette auf die Substanz und auf das Wasser des Calorimeters weniger möglich macht. Der durch eine untergestellte Spirituslampe entwickelte Dampf durchströmt den ganzen Raum und gelangt durch die Röhre *D*, welche zugleich als eine der Achsen dient, ins Freie. Die gegenüber stehende Achse ist verschlossen. Durch directe, ausführliche Versuche überzeugte ich mich, daß ein im Innern der Eprouvette befestigtes Thermometer bei geschlossener Mündung derselben längstens binnen 35 Minuten die Temperatur des Dampfes annimmt, wenn man den oberen Theil des Apparates mit Watte umhüllt [1]), so wie daß die Temperaturerhöhung, die der Dampf in Folge des Widerstandes beim Ausströmen durch die Röhre *D* erleidet, vollkommen unmeßbar ist. Es ist daher nicht nöthig, ein Thermometer in die Substanz zu versenken, der reducirte Barometerstand gibt die Temperatur derselben mit Hilfe der Siedepunkts-Tabelle.

Der zweite Theil des Apparates *B* und *B'* besteht aus einem hölzernen, nach der einen Seite mit einer Glasplatte *G*, nach der anderen bis zur Höhe *F* durch ein Brettchen verschlossenen Kasten, in welchem ein Calorimeter gewöhnlicher Construction aufgestellt ist. Die Dimensionen des inneren, dünnwandigen Cylinders waren: Durchmesser = 47 Millim., Höhe = 70 Millim. Da ich die Wassermenge aus begreiflichen Gründen möglichst klein wählte (ungefähr 100 Grm.), und die Länge des Thermometergefäßes eine gewisse Höhe der Wassersäule verlangte, so konnte das günstigste Minimalverhältniß zwischen Oberfläche und Kubikinhalt des Gefäßes nicht ganz eingehalten werden. Das äußere Gefäß war entsprechend weiter und tiefer. Beide ruhten auf Korkschneiden.

---

[1]) Ohne diese Umhüllung bleibt die Temperatur im Innern um 0·05° Cels. tiefer. Die Vernachlässigung dieses Fehlers würde jedoch nur die vierte Decimalstelle der Wärmecapacitäten um 1—2 Einheiten zu klein ergeben.

Das an der Decke des Kastens befestigte Thermometer war ein vorzügliches von Fastré in Paris angefertigtes Instrument mit willkürlicher Theilung, von deren Divisionen nahezu 12 auf 1° Cels. gingen. Man konnte also $\frac{1}{120}$ eines Grades ablesen. Der Nullpunkt desselben wurde während der Untersuchung oft geprüft, aber stets constant (bei 24·7) gefunden. Da die Scala nur bis gegen 40° Cels. reichte, so wurde der Reductionsfactor durch mehrere mit größter Sorgfalt ausgeführte Reihen von Vergleichsbeobachtungen mit einem Normalthermometer (ebenfalls von Fastré) ermittelt. Dieses Normalthermometer selbst hatte ich früher durch eben solche Vergleichungen mit zwei Thermometern Régnault's im Collége de France auf die Richtigkeit seiner Kalibrirung untersucht und vollkommen gut befunden. Natürlich wurden auch die Normalpunkte dieses Thermometers beim Vergleiche mit dem anderen jedesmal neu bestimmt.

Man wird diese Vorsichtsmaßregeln nicht überflüßig finden, wenn man bedenkt, daß der Grad der Richtigkeit unserer Thermometer neben ihrer Empfindlichkeit bis jetzt die Grenze der Genauigkeit bestimmt, die man bei der Messung specifischer Wärmen erreichen kann.

Neben dem Thermometer befindet sich in dem Calorimeter ein Rührer in Form einer dünnen, durchbrochenen Messingscheibe mit aufgebogenem Rande. Er wird mittelst eines Seidenfadens, der durch die in der Decke befestigte gebogene Glasröhre gezogen ist, in Bewegung gesetzt. Die Bewegung selbst wird durch ein Räderwerk ausgeführt und kann in Bezug auf Schnelligkeit und Hubhöhe beliebig regulirt werden. Die Anordnung meines Apparates unterscheidet sich demnach von der Regnault's, daß das Calorimeter fest stehen bleibt und statt dessen der Erhitzungsapparat für den Augenblick der Entleerung der Substanz herangeschoben wird. Diese Anordnung bietet mehrere Vortheile. Sie ermöglicht die Anbringung der erwähnten künstlichen Rührvorrichtung, welche gleichmäßiger stattfindet und nicht so ermüdet, wie das Rühren mit ausgestrecktem Arme, überhaupt den Gehilfen entbehrlich macht. Ferner kann das Herbeiführen und Entfernen des Siedeapparates mit größter Schnelligkeit geschehen, ohne daß man, wie beim Calorimeter, Gefahr läuft, etwas vom Wasser zu verschütten. Endlich braucht das Rühren und Beobachten der Temperatur keinen Augenblick unterbrochen zu werden, was durchaus unvermeidlich ist, wenn man das Calorimeter verschiebt.

Die Ablesung der Temperatur geschieht ohne Fernrohr durch die schützende Glasplatte hindurch, der untere Theil derselben wird überdies noch zur Vermeidung einer Erwärmung des Calorimeters durch den Körper des Beobachters mit einem Stück Pappe bedeckt. Die Ausführung eines Versuches ist demnach folgende:

Die Eprouvette *E* wird aus dem Korkreife gezogen, gereinigt, mit der zu prüfenden Substanz bis etwa zu halber Höhe gefüllt und gewogen. Hierauf gibt man dieselbe in ein Wasserbad, bis das Gewicht constant wird. (Ist hiezu nicht mehr Zeit erforderlich als eine Stunde, so kann der Apparat *A* selbst hiezu dienen, für längere Dauer würde die Wassermenge nicht ausreichen.) Nach dem Trocknen wiegt man wieder und erhält so das Gewicht von der Eprouvette der trockenen Substanz. Jetzt setzt man diese in den Apparat *A*, verschließt die Öffnung mit einem gut passenden Korke, setzt die erwähnte Baumwollkappe darauf und läßt zur Sicherheit nahezu eine Stunde lang sieden. Während dieser Zeit steht der Apparat entfernt vom Calorimeter und durch einen Schirm getrennt. Man füllt inzwischen das Calorimeter mit Wasser, welches längere Zeit im Zimmer gestanden und daher möglichst dessen Temperatur angenommen hat. Die Füllung geschieht mittelst einer geprüften Bürette. Die Menge des Wassers wird so genommen, daß der Wasserwerth des ganzen Calorimeters sammt Thermometer (dem eingetauchten Theile) und Rührer gerade 100 Grm. beträgt. Einige Minuten vor dem Einschütten der Substanz setzt man das Räderwerk in Gang und beginnt bald darauf die Temperaturbeobachtungen. Eine Uhr signalisirt die Intervalle von je 20 Secunden. Man notirt die Temperatur am Anfang und Ende von 10 Drittelminuten, die Zeit inzwischen benützt man zur Ablesung des Barometerstandes. Einige Secunden vor dem 10. Signale bringt man schnell den Apparat *A* zum Calorimeter, entleert nach Entfernung der Kappe und des Korkes durch Umkippen die Substanz im Augenblick des 10. Signales und stellt ihn wieder weg. Da der Gang des Thermometers vor dem Einbringen der Substanz ohnedies ein äußerst langsamer ist, so stimmt die einige Secunden vor Eintritt des 10. Signales abgelesene Temperatur vollkommen mit der im Momente des Einschüttens vorhandenen überein. Von da notirt man von 20 zu 20 Secunden den Stand des Thermometers bis zum Eintritt des Maximums und dann noch so lange darüber hinaus, bis die Differenzen nahezu constant werden.

Zum Schluße wiegt man die von außen getrocknete Eprouvette sammt den etwa zurückgebliebenen Spuren der Substanz und erhält so durch Subtraction die Menge derselben, welche ins Calorimeter gelangte.

Beim Umkippen hat man darauf zu achten, daß kein Theil des erhitzten Apparates mit dem Calorimetergefäße oder dem Wasser in unmittelbare Berührung komme. Man verhindert dies durch einen Korkstreifen, den man in geeigneter Höhe auf dem Brettchen *F* befestigt.

Nicht alle Substanzen lassen sich unmittelbar in die Eprouvette einfüllen. Leichte staubige Erden bleiben eine Zeit lang auf der Oberfläche des Wassers liegen, bis sie benetzt werden und untersinken. Humusreiche Erden und Torf sinken gar nicht und erfordern also eigene Vorkehrungen. Um diesem Übelstande abzuhelfen, schnitt ich aus Zinnfolie Streifen, von 30 Millim. Breite und 50 Millim. Länge, wickelte dieselben um das Ende eines Bleistiftes, bog den vorstehenden Rand zusammen und erhielt so eine cylindrische Büchse, die ich noch vor dem Ausziehen des Bleistiftes in eine 40 Millim. lange beiderseits offene Glasröhre steckte. Jetzt wurde der Stift herausgedreht und die Substanz fest eingedrückt. Die oberen Ränder der Folie wurden eingebogen und schließlich der gefüllte Cylinder aus der Röhre geschoben. Man erhält so leicht hinreichend feste Stücke, von denen 6—9 in der Eprouvette Platz finden.

Die verwendete Zinnfolie wird zuvor gewogen, um ihren Wasserwerth bestimmen zu können.

Bei sehr leichten Substanzen genügt auch diese Vorkehrung nicht. Ich stampfte dieselben in cylindrische Büchsen von dünnstem Messingblech, deren Umfang gerade so groß war, daß sie in die Eprouvette paßten, ihre Höhe war gleich ihrem Durchmesser. Sie wurden mit Deckeln aus gleichem Materiale geschlossen. Von diesen Büchsen konnte man 5—6 in die Eprouvette bringen. Ihre Anwendung ist bequemer als die der Zinnfoliecylinder.

Bei Entleerung dieser Büchsen fand manchmal ein Verspritzen einiger Tropfen Wassers statt, was sonst nie eintritt. Ich vermied es durch Höherstellen des Calorimeters [1]).

---

[1]) Manchmal ist es bequemer und sicherer, den Siedeapparat aus den Lagern zu nehmen und in freier Hand zu führen.

Zwei andere Fehlerquellen lassen sich beide zugleich eliminiren. Die eine ist die Absorption von Wärme durch Auflösung der in den Erden enthaltenen löslichen Salze, die andere, bedeutendere, die Erzeugung von Wärme durch die Benetzung. Durch Anwendung von Terpentinöl statt des Wassers läßt sich der erste Fehler zwar vermeiden aber nicht bestimmen, weil die Benetzung durch Terpentinöl andere Wärmemengen frei macht als jene durch Wasser. Um die Größe des ersten Fehlers zu ermitteln, sammelte ich die bei einer Bestimmung verwendete Erde quantitativ auf einem Filter, trocknete und wiederholte die Bestimmung. Ich erhielt fast gleiche Zahlen, deren Differenz jedenfalls innerhalb der Beobachtungsfehler lag [1]).

Den Fehler durch die Benetzung glaubte ich anfangs durch die beschriebenen Büchsen eliminiren zu können. Wirft man sie im gefüllten aber kalten Zustande in Wasser, so tritt kein oder nur sehr wenig Wasser in dieselben ein. Nach dem vorhergehenden Erhitzen auf 100° aber hineingebracht, saugen sie sogleich eine entsprechende Menge Wasser ein, da sich die Luft um circa $^1/_4$ ihres Volums zusammenzieht. Das so eingesaugte Wasser wird dann durch die Wirkung der Capillarität durch die ganze Masse vertheilt und setzt also jedenfalls die ganze Benetzungswärme in Freiheit. Der Fehler wird also nicht vermieden, dafür trägt das eintretende Wasser dadurch nicht wenig zur Genauigkeit der Bestimmungen bei, daß es die Wärmeabgabe sehr beschleunigt.

Ich eliminirte beide Fehler mit einander durch einen Gegenversuch mit einer gleichen Menge der Substanz von gleicher Temperatur mit dem Wasser. Zu diesem Zwecke stellte ich die gefüllte Eprouvette selbst eine Stunde oder noch länger in das Calorimeter, beobachtete dann unter Bewegung des Rührers den Gang des Thermometers, entleerte (natürlich ohne directe Berührung des Glases mit dem Finger) die Erde in das Wasser und beobachtete neuerdings den Gang des Thermometers.

Die Erwärmung betrug zwischen 0·1 bis zu 2·0 Theilstrichen, also ungefähr 0·01°—0·16° Celsius bei einer durchschnittlichen Substanzmenge = 20 Grm.

---

1) Eigentlich sollte hiebei auch die specifische Wärme der gelösten Salze und ihr Gewicht mit in Rechnung kommen. Es ist aber einleuchtend, daß ihr Einfluß ganz und gar verschwindend ist.

Ich zog den gefundenen Werth jedesmal von dem berechneten Maximum ab. Hiebei wird nur die Hypothese angenommen, daß die Benetzungswärme gleich sei für die heiße und für die kalte Substanz, was wahrscheinlich nicht ganz richtig ist. Der Unterschied kann aber nur verschwindend klein sein.

Ich gehe nun über zur

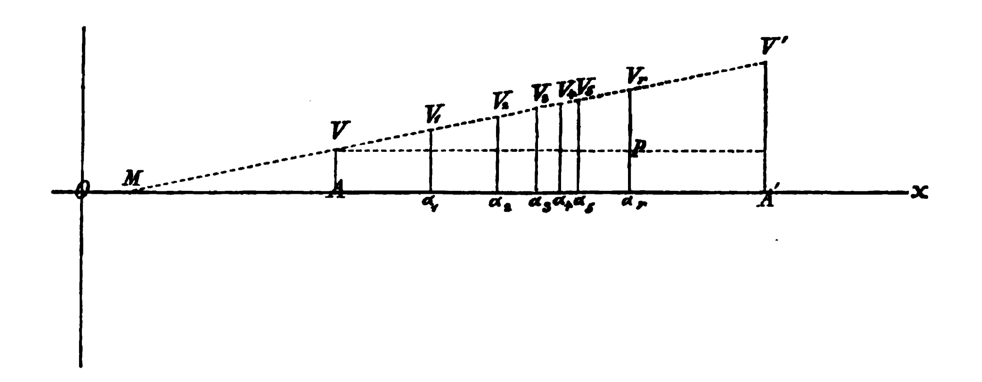
Methode der Berechnung.

Eine Abweichung in der Berechnung der Versuche kann sich nur auf die Methode der Ermittlung jener Correction beziehen, welche wegen des Wärmeverlustes des Calorimeters an die Umgebung nöthig ist. Unter allen zu diesem Zwecke in Anwendung gebrachten Methoden halte ich jedenfalls die von Régnault für die sicherste und genaueste. Ich hatte das Glück dieselbe unter Régnault's persönlicher Anleitung bei Gelegenheit seiner noch nicht veröffentlichten Untersuchungen über den Werth des mechanischen Wärmeäquivalents kennen zu lernen. Die von Herrn Pape dagegen vorgebrachten Gründe konnten mich nicht überzeugen. Ich gebe im Folgenden eine, wie ich glaube, erschöpfende Darstellung dieser Methode, aus der ihre Vortrefflichkeit von Neuem hervorgehen dürfte.

Bei jedem Versuche sind drei Perioden zu unterscheiden. Die Anfangsperiode umfaßt eine gewisse Anzahl (5 oder 10) Zeitintervalle (½ Minuten) vor dem Vermischen, während welcher Zeit das Calorimeter einzig dem Einfluße der Umgebungstemperatur ausgesetzt bleibt. Die Mittelperiode umfaßt n Intervalle vom Einbringen der Substanz bis zum Eintritt des Maximums und noch einige Intervalle darüber hinaus, bis die Differenzen auf einander folgender Ablesungen constant werden. Die Endperiode dauert von da an wieder 5 oder 10 Intervalle.

Es bedeute nun t die Mitteltemperatur der Anfangsperiode, v den mittleren Verlust an Wärme per Intervall während dieser Periode, t' und v' dasselbe für die Endperiode.

Die Temperatur am Ende des 1., 2., 3. Intervalles der Mittelperiode werde mit $\theta_1 \theta_2 \theta_3$ bezeichnet. Dem gemäß ist θ_0 die Anfangs- und θ_n die Endtemperatur der Mittelperiode. Endlich seien $\tau_1 \tau_2 \tau_3 \ldots \tau_n$ die mittleren Temperaturen der einzelnen Intervalle, also $\tau_1 = \frac{\theta_0 + \theta_1}{2}$, $\tau_2 = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \ldots \tau_n = \frac{\theta_{n-1} + \theta_n}{2}$. Man trägt nun auf der Abscissenaxe Ox auf:



Das Stück OA = der Mitteltemperatur der Anfangsperiode $= t$
" " OA' = " " " Endperiode $= t'$
Die Stücke $O\alpha_1$, $O\alpha_2$, $O\alpha_3$ ... bis $O\alpha_n$ = der Mitteltemperaturen
$\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_n, \ldots \tau_n$.

Als Ordinaten trägt man auf: AV = dem mittleren Verluste per Intervall in der Anfangsperiode $= v$, $A'V'$ = demselben für die Endperiode $= v'$; nun verbindet man V und V' durch eine Gerade und bildet die Summe aller zu $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \ldots \alpha_n$ gehörigen Ordinaten. Diese Summe ist die gesuchte Correction C. $\theta_n - \theta_0 + C$ ist die wahre Temperaturzunahme des Calorimeters $= \Delta\Theta$ und $\theta_n + C$ das wahre Maximum respect. die Endtemperatur, welche beim Abschluß der äußeren Einflüsse eingetreten wäre.

Diese Construction gilt, wie man sieht, zunächst für den Fall, daß die Temperatur der Umgebung sich nicht ändert. Wäre das Newton'sche Gesetz vollkommen giltig, so ginge die Linie VV' in ihrer Verlängerung durch den Punkt M, vorausgesetzt, daß OM die Umgebungstemperatur darstellt. Kommt das Newton'sche Gesetz aber nicht zur Geltung, so tritt an die Stelle der Geraden $V'M$ eine Curve, die durch M, V und V' geht. In diesem Falle sieht man auf den ersten Blick, daß die Sehne VV' sich jedenfalls der Curve enger anschließen werde, als eine gerade Verbindungslinie von M nach V'.

Ist nun aber die Temperatur der Umgebung nicht constant, so wird die Linie VV' durch eine gebogene zu ersetzen sein, deren Krümmung nach oben oder nach unten gerichtet ist, je nachdem die

Temperatur abnimmt oder zunimmt. Da nun diese Ab- oder Zunahme selbst nur sehr gering sein kann, da man bei schnell sich verändernder Umgebungstemperatur ohnedies keine Versuche anstellt, so kann die verursachte Krümmung nur eine sehr geringe sein, und es muß daher immer noch die Sehne VV' dem Bogen sehr nahe kommen. Selbst wenn durch beide Ursachen: Nichtgiltigkeit des Newton'schen Gesetzes und Änderung der äußeren Temperatur oder auch noch aus anderen Gründen, die Curve eine ganz unregelmäßige wird, so sind wir nicht im Stande für ihre Ordinaten wahrscheinlichere Werthe anzugeben als die Werthe der Ordinaten der Geraden VV'.

Man könnte statt der Temperatur $\tau_1 \tau_2$ etc. die Temperaturdifferenzen zwischen diesen und den Umgebungstemperaturen als unabhängig Variable nehmen. Allein der Vortheil dieser Methode ist sehr zweifelhaft. Wie will man nämlich die Umgebungstemperatur messen? die Zimmertemperatur ist sehr merklich verschieden von derjenigen der Luftschichten, welche das Calorimeter unmittelbar umgeben, wie ich mich oft überzeugt habe. In der nächsten Umgebung selbst wechselt sie noch mehr je nach dem Grade der Nähe. Bei großer Nähe oder gar völliger Berührung durch das Thermometer stört man den Gang des Versuches vollends und vermehrt die Wärmeverluste. Mit Einem Worte: Die Umgebungstemperatur läßt sich nicht genau bestimmen. Die oben beschriebene Construction berücksichtigt aber ihren Einfluß und bringt ihn mit dem wahrscheinlichsten Werthe in Rechnung. Gerade hierin liegt ein Hauptvorzug dieser Methode. Sie bietet aber noch den weiteren Vortheil, daß sie das Umrechnen aller Einzeltemperaturen aus den abgelesenen Divisionen in Celsius-Grade unnöthig macht, nur die beiden Größen $\Delta\Theta$ und $\theta n + C$ sind umzurechnen.

Statt der wirklichen graphischen Ausführung der obigen Construction kann man eine Formel benützen, die sich mit Leichtigkeit daraus ableiten läßt. Man hat für irgend eine Ordinate:

$$\alpha_r V_{r_1} = AV + pV_r$$

$$= AV + \frac{A'V' - AV}{AA'} pV$$

$$= v + \frac{v' - v}{t' - t}(t_r - t).$$

Für die Summe aller Ordinaten hat man demnach:

$$C = nv + \frac{v'-v}{t'-t}\left[\tau_0 + \tau_1 + \tau_2 + \ldots + \tau_n - nt\right]$$

und da

$$\tau_0 = \frac{\theta_0+\theta_1}{2},\ \tau_1 = \frac{\theta_1+\theta_2}{2} \ldots . \tau_n = \frac{\theta_{n-1}+\theta_n}{2}$$

ist,

$$C = nv + \frac{v'-v}{t'-t}\left[\theta_1+\theta_2+\theta_3+\ldots+\theta_{n-1}+\frac{\theta_0+\theta_p}{2}-nt\right]$$

$$= nv + \frac{v'-v}{t'-t}\left(\Sigma_{n-1}'\theta + \frac{\theta_0+\theta_n}{2} - nt\right).$$

Ist die Temperaturveränderung während der ersten oder letzten Periode $= 0$, oder zeigt sich eine Zunahme statt eines Verlustes, so ist statt v oder v' beziehungsweise Null, $-v$ oder $-v'$ zu setzen. Unter dieser Bedingung gibt die abgeleitete Formel immer ein richtiges Resultat, mag dann die Temperatur der Umgebung unter, ober oder zwischen t und t' stehen.

Die gefundene Correction C wird, wie bereits bemerkt, zur Differenz $\theta_n - \theta_0$ addirt, respective davon subtrahirt, wenn sie negativ ausfällt. Die Größe $\theta_n - \theta_0 + C = \Delta\theta$ wird also ganz unabhängig von dem beobachteten Maximum gefunden. Wenn vom eingetauchten Körper noch Wärme in das Wasser übergeht, wenn dessen Temperatur schon im Sinken begriffen ist, so hat dies auf die Richtigkeit des nach dieser Methode berechneten Resultates gar keinen Einfluß, denn es wird dabei nur vorausgesetzt, daß in der obigen Figur die gerade Linie VV' noch eine ganz kurze Strecke über V' hinaus mit der besprochenen Curve zusammenfalle.

Der numerische Werth von C schwankte bei meinen Versuchen zwischen 0 und 1 Scalentheile des Thermometers, sehr selten erreichte er 2. Man sieht daraus, daß die Genauigkeit der Berechnung dieser Größe nach obiger Formel weit mehr als ausreichend ist, und daß man berechtigt ist, sie für die meisten Fälle noch mehr zu vereinfachen. Die Temperaturüberschüße der auf einander folgenden Intervalle der Mittelperiode über die Anfangstemperatur steigen bis gegen das Maximum, wie die Beobachtung ergibt, immer ungefähr wie die Ordinaten einer Parabel. Ihre mittlere Höhe beträgt demnach nahezu $\frac{2}{3}$ der höchsten Ordinate. Hieraus folgt die Berechtigung, für

jene abgekürzte Rechnungsweise, nach welcher Régnault für den mittleren Temperaturüberschuß des Calorimeters über die Umgebung während der ersten halben Minute nach dem Vermischen den Werth $\frac{2}{3}(\theta'-\theta_0)$ annimmt [1]).

Für jene Methode, nach welcher man dem Wasser eine Anfangstemperatur gibt, die eben so viel unter der Umgebungstemperatur liegt als die Schlußtemperatur darüber, folgte aus Obigem, daß man in den meisten Fällen der Wahrheit näher käme, wenn man die Anfangstemperatur ungefähr doppelt so tief unter der Umgebung nehme, als die Schlußtemperatur darüber liegt.

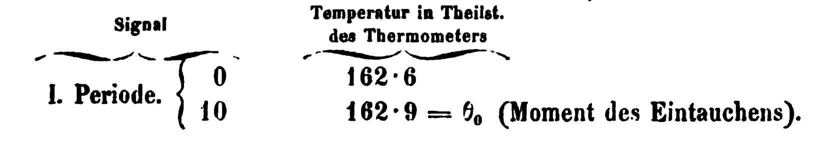
Meine Versuche sind alle nach der oben abgeleiteten Formel für C berechnet. Die weitere Rechnung bietet nichts Neues. Zum leichtern Verständniß will ich noch einen Versuch vollständig ausführen.

Wasserwerth des Calorimetergefäßes sammt Rührer und Thermometer	=	2·50 Grm.
Gewicht des Wassers	=	97·50 „
Gesammtwasserwerth	=	100·00 Grm.
Substanz: Feinkörniger Kalksand bei 100° getrocknet wog in 5 Büchsen eingestampft sammt diesen	=	31·423 Grm.
Die Büchsen allein	=	10·654 „
Gewicht der Substanz .	=	20·669 Grm.

Mit der specifischen Wärme für Messing = 0·0939 berechnet sich für die Büchsen ein Wasserwerth = 1·0004. Da sie aber mit Zinn gelöthet waren, mußte der wahre Werth etwas kleiner sein. Ich fand ihn durch einen eigenen Versuch = 0·8692 [2]). Die weiteren Beobachtungsdaten waren folgende:

Reducirter Barometerstand = 699·6 Millim.

Dauer eines Intervalles = 20 Secunden.



	Signal	Temperatur in Theilst. des Thermometers
I. Periode.	0	162·6
	10	162·9 = θ_0 (Moment des Eintauchens).

[1]) Poggend. Ann. CXXII, 280.

[2]) Durch Annahme dieses Werthes ist zugleich auch jener Fehler eliminirt, der etwa durch einen Wärmeverlust dieser Büchsen während des Fallens entstehen könnte.

	Signal	Temperatur in Theilstr. des Thermometers	Differenz
II. Periode.	11	185·0	
	12	200·0	
	13	206·1	
	14	209·5	
	15	210·7	
	16	211·3	
	17	211·5	
	18	211·5	0 Differenz
	19	211·5	0
	20	211·5	0
	21	211·5	0
	22	211·4 — . . . . . . = θ_n	—0·1
III. Periode.	23	211·3	—0·1
	24	211·2	—0·1
	25	211·1	—0·1
	26	211·0	—0·1
	27	210·9	—0·1
	28	210·8	—0·1
	29	210·6	—0·2
	30	210·5	—0·1

Von dem 22. Signale an beginnt das regelmäßige Sinken der Temperatur, man wählt also 211·4 als θ_n; die Mitteltemperatur der Anfangsperiode ist:

$$\frac{162\cdot 6+162\cdot 9}{2} = 162\cdot 75 = t$$

$$\frac{162\cdot 6-162\cdot 9}{10} = -0\cdot 03 = v.$$

Für die Endperiode hat man:

$$\frac{211\cdot 4+210\cdot 5}{2} = 210\cdot 95 = t'$$

$$\frac{211\cdot 4-210\cdot 5}{8} = +0\cdot 11 = v'$$

$$\Sigma'_{n-1}\,\theta = 2280\cdot 1$$

$$\frac{\theta_0+\theta_n}{2} = 187\cdot 15$$

Summe $= 2467\cdot 25.$

Da $n = 12$, ist

$$nt = 1953\cdot00$$
$$\text{Differenz} = 514\cdot25$$
$$\text{Multiplicirt mit } v'-v = 0\cdot14$$
$$\text{Product} = 71\cdot995$$
$$\text{Dividirt durch } t'-t = 48\cdot20$$
$$\text{Quotient} = 1\cdot49$$
$$nv = -0\cdot56$$
$$\text{Summe} = 1\cdot13 = C.$$

$$\Delta\theta = \theta_n - \theta_0 + C = 211\cdot4 - 162\cdot9 + 1\cdot13.$$
$$\text{Wahre Schlußtemperatur} = \theta_n + C = 212\cdot53$$
$$\text{0 Punkt des Thermometers} = 24\cdot70$$
$$187\cdot83.$$

Die Erhöhung der Temperatur durch die Benetzungswärme wurde gefunden = 0·1 Theilstriche. Nach Anbringung dieser Correction und Umrechnung in Celsiusgrade mittelst des Reductionsfactors (1 Theilstrich = 0·0858 Celsiusgrade) findet man:

die wahre Temperaturerhöhung $\Delta\theta = 42^\circ 5$ Cels.

„ „ Schlußtemperatur $\theta_n + C = 16\cdot10$ „

Die Temperatur der Dampfes T ergibt sich zu 97·70. Aus diesen Daten berechnet sich die specifische Wärme

$$S = \frac{1}{20\cdot769}\left[\frac{100\times4\cdot25}{97\cdot70-16\cdot10} - 0\cdot8692\right] = 0\cdot2089.$$

Grad der Genauigkeit der Resultate.

Es dürfte das bisher Vorgebrachte genügen, um einsehen zu lassen, daß die benützte Methode in Bezug auf ihre Genauigkeit jedenfalls mehr leistet, als der im Eingange der Abhandlung angegebene Zweck beansprucht. Wenn ich dennoch darangehe, den Grad der Genauigkeit noch näher zu ermitteln, so geschieht dies mehr für künftige Arbeiten, bei deren Veröffentlichung ich mich dann auf diese Untersuchung berufen kann.

Fehler können im Allgemeinen begangen werden:

1. Durch die Unsicherheit der Wägungen. Da diese jedenfalls bis auf Ein Milligramm richtig sind, so ist der daraus entspringende Fehler außerordentlich klein. Eine einfache Rechnung zeigt, daß die daraus entspringende Unsicherheit in Bestimmung des Wasserwerthes

des Calorimetergefäßes nur $\frac{1}{200000} = 0 \cdot 000005$, die bei der Wägung der Substanz nur etwa $\frac{1}{20000} = 0 \cdot 0005$ des Schlußresultates erreicht.

2. Bei Messung der Wassermenge kann höchstens ein Fehler $= \frac{1}{2000}$ begangen werden, was im Schlußresultat ebenfalls $\frac{1}{2000} = 0 \cdot 0005$ des gefundenen Werthes beträgt.

3. Die Gleichheit der Temperatur im Innern der Eprouvette und im Dampf war durch ein Thermometer constatirt worden, das $\frac{1}{50}$ Grad Cels. abzulesen gestattete. Die Differenz der Temperaturen könnte also doch noch $0 \cdot 02^\circ$ Cels. betragen. Dies verursacht im ungünstigsten Falle (wenn die Abkühlung der Substanz nur 80° beträgt) einen Fehler von $\frac{1}{4000} = 0 \cdot 00025$ des Schlußresultates.

4. Eine unrichtige Angabe oder Ablesung des Barometerstandes um $\frac{1}{10}$ Millim. verursacht einen Fehler von $\frac{1}{40000} = 0 \cdot 000025$ des Schlußresultates.

5. Der wichtigste Fehler entsteht durch die Unsicherheit in der Ablesung des Calorimeter-Thermometers. Sie beträgt $\frac{1}{10}$ einer Division. Der dadurch im Resultat entstandene Fehler ist immer sehr nahe verkehrt proportional der Größe von $\Delta\Theta$. Er erreicht im ungünstigsten Falle, wenn die Fehler der oberen und unteren Ablesung sich addiren, die Größe $\frac{2}{10\Delta\Theta}$ (wobei das $\Delta\Theta$ in Division des Thermometers zu nehmen ist). Es folgt hieraus, da, einige besonders ungünstige Fälle (Torf) abgerechnet, das $\Delta\Theta$ immer nahe bei 50 Divisionen erreicht, ein Fehler von $\frac{3}{1000}$ bis $\frac{4}{1000}$ des Schlußresultates.

6. Die Wärmeaufnahme des Calorimeters durch Ausstrahlung von Seite des Siedeapparates im Augenblicke des Einschüttens war durch directe Versuche = Null gefunden worden. Eben so sieht man ein, daß die Wärmezufuhr von Seite des Beobachters, so wie auch die durch das Rühren erzeugte, wenn sie überhaupt noch von Einfluß wären, bereits durch die Rechnungsmethode berücksichtigt sind, da sie auch während der Anfangs- und Schlußperiode stattfinden mußten.

7. Nun bleiben noch die Fehler, welche *a* von der nicht absoluten Genauigkeit der Kalibrirung des Thermometers und *b* von der richtigen Ermittlung der Größe *C* abstammen können. Da sie nicht berechnet werden konnten, so suchte ich ihren Einfluß durch besondere, gleich mitzutheilende Versuche mit ein und derselben Substanz auszumitteln, wobei *a* verschiedene Stellen der Thermometerscala benützt und *b* die Größe der Correction *C* theils durch verschiedene

Stellung der Umgebungstemperatur, theils durch verschiedene Zertheilung des Körpers modificirt wurden.

Bevor ich diese Versuche mittheile, will ich die in Punkt 1—6 aufgezählten Fehler summiren und einige Schlüße daraus ziehen.

Die aufgeführten Fehler betragen also einen aliquoten Theil des Schlußresultates, der durch die folgenden Zahlen ausgedrückt ist:

Aus 1.	0·000005 0·000050
„ 2.	0·000500
„ 3.	0·000250
„ 4.	0·000025
„ 5.	0·004000
Summe 1.—4· =	0·000830
Ganze Summe =	0·00483.

Bei einer Substanz mit der specifischen Wärme = 0·2 entsteht dadurch ein Fehler:

Durch 1.—4. = 0·00016
Im Ganzen = 0·00096.

Die Fehler 1.—4. afficiren also im ungünstigsten Falle die vierte Decimale um circa $1\frac{1}{2}$ Einheiten, während der Fehler aus 5., d. i. der bei der Bestimmung des $\Delta\Theta$, respective Ablesung des Thermometers begangene, im ungünstigsten Falle fast eine Einheit der dritten Decimale erreicht.

Es folgt aus diesen Zahlen:

Erstens: daß die Grenze der erreichbaren Genauigkeit vor Allem durch die Empfindlichkeit des Thermometers und die Größe des $\Delta\Theta$ bedingt wird. Wird daher, wie es z. B. bei den Bestimmungen von Pape der Fall war, ein Thermometer benützt, welches nur $\frac{1}{50}$° Cels. abzulesen gestattet, so begeht man dadurch einen Fehler, der bedeutend größer ist, als jener der durch die Außerachtlassung der übrigen Fehlerquellen entsteht. Bei den Bestimmungen von Pape beträgt in jenen Versuchsreihen, bei welchen die zu prüfende Substanz selbst erhitzt wird (die anderen Versuche sind natürlich bei weitem nicht so genau), die Temperaturerhöhung im Maximum 22 Divisionen = 4·4° Cels., im Mittel circa 15·7 Divisionen = circa 3° Cels. Da nun beim Ablesen dieser 22, respective 15 Divisionen ein Ablesefehler von 0·2 Division begangen werden könnte, so sind diese Werthe nur auf $\frac{2}{220}$, respective $\frac{2}{150}$ sicher und es resultirt

daraus eine Unsicherheit von $\frac{1}{110}$ (im günstigsten Falle) und $\frac{1}{75}$ (im Mittel) des gefundenen Werthes. Eine unrichtige Bestimmung der Erhitzungstemperatur des Körpers um mehrere Hundertel Grade Cels. bringt einen Fehler hinein, der gegen den eben nachgewiesenen verschwindend klein ist, ja man müßte die Erhitzungstemperatur wenigstens um einen ganzen Grad irrig bestimmen, um einen ungefähr gleich großen Fehler zu begehen, wie ihn Pape mit seinem Thermometer nicht vermeiden kann. Die ganze Genauigkeit, mit der man in Neumann's trefflichem Erhitzungsapparate einen Fehler in Bestimmung der Erhitzungstemperatur von $\frac{1}{100}$ Grad Cels. vermeidet, ist vergeudet und überflüssig, wenn man hinterher sich einem Fehler aussetzt, der über 80mal so groß werden kann.

Es ist bekanntlich die Aufgabe des Experimentators, seine Versuche so einzurichten, daß die Fehler der Einzelmessungen einen möglichst gleichen Einfluß im Schlußresultate hervorbringen; so zwar, daß er den größten Fehler auch durch solche Mittel zu verkleinern sucht, welche die kleineren Fehler um Einiges vergrößern. Er wird in dieser Weise so weit fortsuchen, als sich ihre Summe einem Minimum nähert. Dies leistet Regnault's Apparat; verursacht er auch einen kleinen Fehler durch die weniger genaue Ermittlung der Erhitzungstemperatur, so vergrößert er dafür den Werth des $\Delta\Theta$, weil er größere Mengen von Substanz aufzunehmen gestattet und verkleinert dadurch gerade jenen Fehler, der vom größten Einflusse sein muß. Wenn also Herr Pape versichert, daß „seiner Methode bis jetzt keine Fehlerquellen nachgewiesen seien und er selbst im Laufe seiner Beobachtungen keine habe entdecken können", so möchte ich darauf aufmerksam machen, daß eine solche Fehlerquelle in der zu geringen Empfindlichkeit des angewendeten Thermometers im Verhältniß zu der zu messenden Temperaturerhöhung zu suchen sei. Die von Herrn Pape im Mittel erreichbare Sicherheit wurde oben zu $\frac{1}{75}$ berechnet.

Bei den Versuchen von Régnault ist diese Sicherheit im Durchschnitt bedeutend größer. So z. B. ist sie bei den zuletzt mitgetheilten Bestimmungen am Kalkspath mindestens $\frac{1}{250}$, da das $\Delta\Theta$ immer nahe gleich 5° Cels. betrug und das Thermometer nahezu $\frac{1}{100}{}^\circ$ Cels. abzulesen gestattete.

Aus den im Vorstehenden entwickelten Gründen muß ich also ungeachtet der Gegenerwiderung des Herrn Pape die Ansicht aus-

sprechen, daß seine Versuche nicht den Anspruch auf eine größere Genauigkeit als jene Régnault's erheben können, und daß sie an einem Fehler leiden, der sich vermeiden läßt.

Es versteht sich von selbst, daß ich durch diese Kritik den Werth der höchst interessanten und mühsamen Untersuchungen des Herrn Pape über die specifische Wärme wasserfreier und wasserhaltiger schwefelsaurer Salze nicht zu beeinträchtigen beabsichtige, sondern lediglich in dem Interesse handle, die Methoden zur Ermittlung der specifischen Wärme auf einen möglichst hohen Grad der Vollkommenheit zu bringen.

Ich habe oben für die Summe jener Fehler, welche sich einer Rechnung unterziehen lassen, das Maximum = $\frac{1}{1000}$ abgeleitet. Ich beschreibe nun jene Versuche, die mir die Überzeugung verschafft haben, daß die übrigen noch vorhandenen Fehler, die sich nicht berechnen lassen, auf dieses Maximum keinen wesentlichen Einfluß ausüben. Außerdem halte ich dieselben für sehr geeignet, zur Erledigung der oben besprochenen Controverse Einiges beizutragen.

Controlbestimmungen an isländischem Kalkspath und an Wasser.

Ich nahm Spaltungsstücke von vollkommen reinem und durchsichtigem isländischem Kalkspathe, in der Größe, daß sie eben in die Eprouvette eingeführt werden konnten (mit etwa 7 Millimeter langen Kanten) und bestimmte in zwei Versuchen mit möglichster Sorgfalt ihre specifische Wärme. Hierauf spaltete ich sie noch weiter, bis ihre Kanten eine durchschnittliche Länge von 5 Millimeter hatten. Mit diesem Materiale führte ich bei verschiedenen Anfangstemperaturen fünf Bestimmungen aus. Nun spaltete ich neuerdings in Stücke mit ungefähr 3 Millimeter Kantenlänge, und machte damit zwei Versuche. Endlich verwandelte ich sie in gröbliches Pulver, füllte damit fünf der eben beschriebenen Messingbüchsen und erhielt so eine letzte Bestimmung. Hiebei wechselte natürlicher Weise die Dauer bis zum Eintritt des scheinbaren Maximums, und zwar von 20—60 Secunden. Beim gepulverten Kalkspathe, wo die Leitungsfähigkeit am geringsten war, dauerte sie 110 Secunden, also über fünfmal so lange als in den Fällen, wo das Maximum am schnellsten eintrat. Die Dauer der Mittelperiode wurde immer um 20—40 Secunden länger als die bis zum Eintritt des Maximums gewählt, je nachdem der Gang des Thermometers früher oder später constant wurde. Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Beobachtung und Rechnung.

	Isländischer			
	in 7 Millimeter langen Stücken		in 5 Millimeter	
Ordnungszahl des Versuches	I.	II.	III.	IV.
Gewicht der Substanz (P) in Grammen	20·8100	20·7695	24·0176	26·2632
Auf 0° reducirter Barometerstand	713·74	710·32	709·62	709·02
Lufttemperatur in Graden Cels. .	10·75	10·00	10·13	10·00
Berechnete Temperatur des Dampfes (T)	98·25	98·12	98·09	98·07
Anfangstemperatur in Theilen des Thermometers (Θ_0) [1] . . .	145·5	139·9	133·8	133·9
Endtemperatur in Theilen des Barometers (Θ_n)	187·2	181·7	182·1	186·7
Beobachtete Temperaturzunahme ($\Delta\Theta$)	41·7	41·8	48·3	52·8
Berechnete Correction (c) . . .	0·4	0·3	0·3	0·2
Corrigirtes $\Delta\Theta$ in Division Graden Cels.	42·1 =3°6122	42·1 =3°6122	48·6 =4°1699	53·0 =4°547
Corrigirte Endtemperatur in Graden Cels.	13°98	13°50	13°53	13°92
Berechnete specifische Wärme .	0·2060	0·2055	0·2053	0·2057
	0·20575		0·20570	
	Mittel aller Bestimmungen . . .			

[1] Die Gleichung für die Umrechnung in Celsiusgrade war:
$C=(D-14{\cdot}7)\ 0{\cdot}08580$, wo C die Grade Cels., D die Division bedeutet.

Kalkspath

langen Stücken			in 8 Millimeter langen Stücken		in Pulversand, eingeschlossen in 5 Messingbüchsen
V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
33·2948	32·8935	30·2434	30·2414	31·7420	21·7766
708·32	697·50	705·02	702·93	701·93	705·36
10·05	13·10	11·52	10·20	10·04	10·65
98·04	97·62	97·91	97·83	97·79	97·92
121·3	155·5	121·8	152·8	151·2	146·9
188·0	219·4	182·8	211·5	212·9	197·9
66·7	63·9	61·0	58·7	61·7	51·0
0·3	0·1	0·15	0·6	0·5	1·0 Benetzungswärme =0·2
67·0 =5°7486	64·0 =5°4912	61·13 =5°2467	59·3 =5°088	62·2 =5°3368	51·8 [2]) 4°4444
14°04	16°71	13°58	16°08	16°19	14°93 Wasserwerth der Büchsen =0·8692
0·2055	0·2063	20·2057	0·2058	0·2057	0·2060
0·20570			0·20575		

. . . . . = 0·20575

[2]) Ohne Rücksicht auf die Benetzungswärme ergab sich:
das corrig. $\Delta\Theta$ . . . . . = 52·0 = 4°4616 Cels.
die corrig. Endtemperatur . . . . = 14·946 „
die specifische Wärme . . . . . = 0·2071 „

Die vorstehenden Zahlen sprechen sehr deutlich. Man sieht vor Allem, daß die Mittelwerthe der specifischen Wärmen für die drei verschiedenen Grade der Zertheilung in vier Decimalen übereinstimmen, daß die Verschiedenheit in dem Betrage der Correction, welche vom kleinsten Werthe 0·1 bis zum Zehnfachen variirt, keinen merklichen Einfluß auf das Resultat ausübt; denn ordnen wir die Werthe nach der Größe der Correction:

$$\left.\begin{array}{l} 0\cdot1 \quad -\ 0\cdot2063 \\ 0\cdot15 \ -\ 0\cdot2057 \\ 0\cdot2 \quad -\ 0\cdot2057 \\ 0\cdot3 \quad -\ 0\cdot2055 \\ 0\cdot3 \quad -\ 0\cdot2053 \end{array}\right\} 0\cdot2057$$

$$\left.\begin{array}{l} 0\cdot3 \quad -\ 0\cdot2055 \\ 0\cdot4 \quad -\ 0\cdot2060 \\ 0\cdot5 \quad -\ 0\cdot2057 \\ 0\cdot6 \quad -\ 0\cdot2058 \\ 1\cdot0 \quad -\ 0\cdot2060 \end{array}\right\} 0\cdot2058,$$

so gibt die erste Gruppe bis auf 0·0001 dasselbe Mittel wie die zweite.

Auf gleiche Weise überzeugt man sich von der Unabhängigkeit des Resultates von der Scalenabtheilung am Thermometer, innerhalb welcher die Beobachtung des $\Delta\Theta$ vorgenommen wurde.

Berechnet man nach den Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung den wahrscheinlichen Fehler des Mittels aller zehn Werthe (wobei man die Gewichtszahlen derselben, welche ohnedies nicht viel abweichen, einander gleichsetzt), so findet man zunächst die Summe der Fehlerquadrate

$$M = 0\cdot00000079$$

und weiter nach der Formel

$$F = \frac{0\cdot67448\sqrt{M}}{n}$$

den wahrscheinlichen Fehler

$$F = 0\cdot0000599.$$

Die specifische Wärme des isländischen Kalkspathes ist also nach meinen Versuchen wahrscheinlich zwischen 0·20581 und 0·20569.

Diese Zahl bedarf noch einer kleinen Correction.

Die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 10° C. und 15° C., in welchen Raum das beobachtete $\Delta\Theta$ fällt, ist nicht genau = 1. Man findet für dieselbe mittelst Régnault's Formel:

$$C_{t'-t} = 1 + 0 \cdot 00002(t'+t) + 0 \cdot 0000003(t'^2 + t't + t^2)$$

den Werth 1·00064, mit welchem also unser Mittelwerth zu multipliciren ist. Man erhält somit aus obigen Versuchen als definitiven Werth für die specifische Wärme des isländischen Kalkspathes die Zahl: . . . . 0·20588

Régnault fand im Mittel aus 18 Bestimmungen: . . . 0·20694 [1])

Kopp „ „ „ „ 4 „ . . . 0·206 [2])

Diese Zahlen stimmen untereinander so gut, daß dadurch die von Herrn Pape aus Neumann's Untersuchungen citirte Zahl 0·202 bedeutend an Wahrscheinlichkeit verliert. Rechnet man die älteren Versuche Régnault's, welche im Mittel einen noch um Etwas höheren Werth geben, dazu, so ist nun bereits durch mehr als dreißig sorgfältige Versuche nachgewiesen, daß die specifische Wärme des Kalkspathes mindestens höher als 0·205 liegen müsse.

Der Abstand der Zahl 0·202 von dem Mittelwerthe meiner Versuche ist über viermal so groß, als der Fehler, den man bei meinem Verfahren nach der obigen Beobachtung im allerungünstigsten Falle begehen könnte.

Aufmerksam gemacht durch eine Anmerkung Bohn's im Jahresbericht der Chemie 1864, habe ich nachträglich die Originalabhandlung Neumann's selbst nachgesehen und finde daselbst folgende Angaben über den Kalkspath.

I. Versuchsreihe.

In Kästchen	Frei
0·2015	0·2091
	0·2096.

[1]) Es sind dies jene 18 Bestimmungen, welche Régnault zu seiner Erwiderung auf Pape's Kritik im CXXII. Bande der Poggend. Ann. veröffentlicht hat.

[2]) Ich lege auf dieses Mittel kein großes Gewicht, da die Versuche Kopp's zu ganz anderen Zwecken als zu Normalbestimmungen unternommen wurden, und deßhalb nicht den Grad der Genauigkeit erreichen, der hier in Betracht kommt.

II. Versuchsreihe (von Neumann selbst als verläßlicher bezeichnet).

0·203
0·206
0·2050
0·2050
0·2057
0·2030
―――――
0·2046.

Herr Pape hat nun die zweite verläßlichere Versuchsreihe bei Seite gelassen, und einen Werth aus der ersten citirt. Aber auch aus diesem nahm er jenen mit 0·2015 heraus, der aus doppeltem Grunde der unwahrscheinlichere ist. Einmal weil die Substanz im Kästchen eingeschlossen war, dann weil dieser Werth vereinzelt steht, während von den mit der freien Substanz ausgeführten Versuchen zwei gutstimmende Resultate vorlagen. Gerade diese stimmen aber auch mit dem Régnault'schen Werthe überein; es ist daher um so weniger ein Grund vorhanden, ihm den andern Werth 0·2015 vorzuziehen.

Würde man von den obigen Resultaten der zweiten Versuchsreihe Neumann's die beiden offenbar irrigen Resultate 0·203 entfernen, so erhielte man aus den übrigen als Mittel die Zahl 0·20542, welche mit den von mir gefundenen nahe übereinstimmt.

Es wäre nun nur noch die kleine (im Mittel 0·001) betragende Differenz zu erklären, welche zwischen Régnault's Resultaten und den meinigen stattfindet.

Ich bin geneigt, sie ganz geringen Verschiedenheiten des Kalkspathes zuzuschreiben. Oder sollte sie doch auf einem kleinen constanten Fehler beruhen, der meinem Verfahren anklebt? Um mir hierüber vollkommene Beruhigung zu verschaffen, wählte ich als entscheidendsten Versuch die Bestimmung der specifischen Wärme des Wassers selbst.

Ich füllte drei sehr dünn aufgeblasene Kügelchen von Glas mit destillirtem Wasser, so daß noch eine kleine Luftblase zurückblieb, und schmolz sie vollständig zu.

Drei Wägungen ergeben das Gewicht des Wassers und des Glases. Ich fand:

Glaskügelchen mit Stiel ohne Wasser		= 1·6675
„ ohne „ mit „		= 6·7970
„ mit „ mit „		= 6·9162
	Wasser	= 5·2487
	Gas	= 1·5483
	Dessen Wasserwerth	= 0·3050

Die Versuche wurden wie sonst ausgeführt.

	I. Versuch.	II. Versuch.
Barometerstand (auf 0° reducirt)	703·99	704·70
Lufttemperatur	11°10	10·61
Dampftemperatur	97°87	97·90
Anfangstemperatur	152·4	152·4
Endtemperatur	204·8	204·8
Beobachtung ΔΘ	52·4	52·4
Correction	1·2	1·2
Corrig. ΔΘ	53·6	53·6
	= 4°598 Cels.	= 4°598 Cels.
Corrig. Endtemperatur	15°55 Cels.	15°55 Cels.
Specifische Wärme	1·0060	1·0056

Auf die specifische Wärme des Wassers bei 0° umgerechnet, ergibt sich:

1·00664 1·00624.

Dies ist die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 15°6 Cels. und 97°9.

Aus Régnault's Formel berechnet man für dieselbe den Werth

1·00568
Obige Zahlen geben im Mittel 1·00644
Differenz = 0·00076

Beim Kalkspath, dessen specifische Wärme nahe $\frac{1}{5}$ von der des Wassers beträgt, wären die daraus entstehenden Fehler:

= 0·00015.

Er ist nicht blos verschwindend klein, sondern auch nach entgegengesetzter Seite liegend, denn durch seine Berücksichtigung werden die Resultate kleiner.

Bei diesen beiden Versuchen war, da zufällig ganz die gleiche Anfangstemperatur getroffen wurde, der Gang der Zahlen fast derselbe. Als ich meine dritte Bestimmung unter abgeänderten Umständen anstellen wollte, explodirte ein Kügelchen beim Einschütten, so daß der Versuch vereitelt wurde. Da die beiden ersten Versuche so befriedigend unter einander und mit dem berechneten Werthe übereinstimmten, begnügte ich mich mit denselben. Der Wasserwerth des Glases war mit Zugrundelegung der specifischen Wärme 0·197 berechnet worden. Ein Versuch, ihn ebenfalls direct zu bestimmen, scheiterte daran, daß die dünnen Splitter nicht vollständig und schnell genug untersanken. Bei dem geringen Gewichte des angewendeten Glases würde aber auch eine ziemlich bedeutende Abweichung in der specifischen Wärme des Glases keinen merklichen Einfluß auf das Resultat ausüben.

Aus diesen Versuchen folgt zweierlei: Einmal die Abwesenheit eines constanten Fehlers, mithin die Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der anderen Bestimmungen; zweitens die Empfindlichkeit und Vortrefflichkeit des angewandten Régnault'schen Apparates überhaupt, welcher trotz seiner Einfachheit und ausnehmenden Billigkeit, so genaue Bestimmungen auszuführen gestattet, wie sie die Ermittlung der Änderung der Wärmecapacität mit der Temperatur erfordert.

Nach dieser Abweichung, bei der ich mich länger aufgehalten, als ich ursprünglich beabsichtigte, gehe ich nun an die Mittheilung der

Resultate der Untersuchung der specifischen Wärme der Bodenarten.

Nachdem ich mich bei Beschreibung der Methode und der Berechnung schon so ausführlich ausgesprochen, halte ich die Mittheilung der Details der folgenden Bestimmungen für überflüßig. Die folgende Tabelle enthält die Charakterisirung der untersuchten Erden, insbesondere die Angabe der geognostischen Zusammensetzung des Materiales, durch dessen Verwitterung sie entstanden sind. Die erste Zahlencolumne enthält die Werthe der specifischen Wärme der bei 100° getrockneten Erden. Die zweite ihren Wassergehalt im lufttrockenen Zustande, die dritte die für diesen Zustand

berechnete specifische Wärme. Bezeichnen S, p, S' diese drei Werthe, so besteht die Relation:

$$S' = S + \frac{p}{100}(1-S).$$

Die aufgeführten Resultate sind meist Mittelwerthe von zwei oder noch mehreren Versuchen, die durchschnittlich in Anwendung gebrachte Substanzmenge war so groß, daß das $\Delta\Theta$ 40—60 Theilstriche des Thermometers betrug. Nur beim Torf war derselbe geringer (= 30), sein Werth ist daher etwas weniger, für den vorliegenden Zweck aber jedenfalls hinreichend verläßlich.

Beschreibung der Erde und Fundort derselben	Specifische Wärme der bei 100° getrockneten Substanz	Wasserverlust bei 100° in Percent	Specifische Wärme der lufttrockenen Substanz
Flugsand von den Pußten östlich von Pest (Herminenfeld), feines gelbes Sandpulver ohne Humus .	9·1923	0·27	0·1945
Alluvialsand vom Donauufer bei Mautern in Niederösterreich, humusfrei	0·2140	0·30	0·2163
Sand von der Türkenschanze bei Wien; tertiäre Sandhügel, humusfrei	0·2029	0·41	0·2062
Kalksand	0·2081	—	—
Erde von den Sandsteingebirgen des Wiener Waldes bei Dornbach, hellbraunes, feines Pulver . . .	0·2503	2·35	0·2679
Erde vom Anninger, Kalkberge im Wiener Walde, mittelbraunes, gelbes Pulver	0·2829	3·00	0 4044
Erde von der Ginselshöhe bei Scheibbs, Kalkberg in den niederösterreichischen Voralpen (Aptychenkalk), hellbraunes feines Pulver	0·3161	2·00	0·3298
Erde vom Ötscher, Kalkalpe in Niederösterreich, gelbbraune, ziemlich harte Körner	0·2829	3·49	0·3075

Beschreibung der Erde und Product derselben	Specifische Wärme der bei 100° getrockneten Substanz	Wasserverlust bei 100° in Percent	Specifische Wärme der lufttrockenen Substanz
Erde vom Granitplateau im Mühlviertel in Oberösterreich . . .	0·3489	1·51	0·3587
Erde von den Schiefergehängen des Donauthales bei Dürnstein (Gneiß)	0·2147	1·41	0·2258
Erde vom Serpentinstock am Südrande des böhmisch-mährischen Gebirgsplateaus	0·2793	1·00	0·2821
Erde vom Kaiserstein, dem Gipfel des niederösterr. Schneeberges; dunkelbraune, sehr leichte und sehr humusreiche Krume: geognostische Unterlage: Isokardienkalk	0·4143	5·90	0·4436
Erde aus einem Wiesenmoor am Rákos in Ungarn; enthält viel Quarzsand beigemengt	0·2507	1·22	0·2598
Torf aus einem Hochmoor bei Mariazell in Steiermark, fast nur aus Pflanzenresten bestehend und sehr leicht	0·5069	4·55	0·5293
Steppenboden im Inundationsgebiete zwischen der Zagyva und Theiß, harte, aschgraue, thonige Stücke, völlig unfruchtbar . . .	0·2682	2·09.	0·2836
Erde von besonders fruchtbaren Weizenäckern bei Polota in der Nähe von Stuhlweißenburg in Ungarn	0·2847	2·66	0·3037
Szék-Só, Kehrsoda von den Ufern der Lachen bei Sapio-Szella in Ungarn, weißlich-aschgraues, leichtes Pulver	0·2136	—	—
NB. Bei dieser einzigen Erde beobachtete ich eine negative Benetzungswärme, d. h. Abkühlung beim Vermischen mit Wasser.			

Schlussfolgerungen.

Die vorliegenden Resultate, so dürftig sie auch noch sind, lassen doch bereits einige Schlüsse zu; sei es auch nur in soferne, als sie Winke geben, auf welche Verhältnisse man bei weiteren Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit zu verwenden hat.

Man sieht, daß die Grenzen der Wärmecapacität der Erden bei 0·19 und 0·50 liegen, man kann also in runder Zahl sagen, sie wechsle zwischen der Hälfte und dem Fünften der specifischen Wärme des Wassers. Die mindeste specifische Wärme kommt den humusfreien Bodenarten zu, gleichgiltig, ob sie aus Silicaten, oder aus Kalkerde der Hauptsache nach bestehen. Es läßt sich dies begreifen, wenn man bedenkt, daß Kalkspath und Bergkrystall die nahe an einander liegenden specifischen Wärmen 0·20 und 0·19 besitzen, daß ferner auch die meisten übrigen Silicate nach Neumann's und Kopp's Bestimmungen nahe bei 0·19 liegende Werthe zeigen. Auch Bitterspath stimmt vollkommen mit Kalkspath überein.

Man wird nicht weit fehlgreifen, wenn man allen trockenen und humusfreien Bodenarten eine nahezu gleiche bei $\frac{1}{5}$ liegende Wärmecapacität zuschreibt.

Die größte Wärmecapacität, die ich beobachtete, kommt dem Torfe zu (0·507). Ihm zunächst steht die humusreichste aller untersuchten Erden (vom Gipfel des Schneeberges gesammelt) mit 0·4143, hieran reiht sich die Erde vom Granitplateau im Mühlviertel mit 0·3489, welche ebenfalls sehr humusreich ist.

Die übrigen Erden schalten sich zwischen diesen Extremen je nach ihrem Gehalte an Humus ein. Die Mehrzahl besitzt eine specifische Wärme von 0·25—0·28.

Außer dem größeren Gehalt an organischen Überresten muß nun offenbar auch ein großer Wassergehalt die Wärmecapacität sehr erhöhen. Es werden daher besondere thonige Erden, welche sehr viel Wasser aufsaugen und festhalten in Bezug auf diese physikalische Eigenschaften sich den humusreichsten Erden, respective dem Torfe nähern.

Wir wissen also nun wenigstens das Eine, daß die geognostische Beschaffenheit der Unterlage auf die Wärmeverhältnisse von

geringerer Bedeutung ist, und daß dafür zwei anderen Factoren: Humusgehalt und Wasserzurückhaltungsvermögen in den Vordergrund treten. Diesen ist daher bei kommenden Untersuchungen am meisten Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Man hat beobachtet, daß Pflanzen, welche in der Regel auf Schiefergebirgen vorkommen, auch auf Kalkunterlage gedeihen können, wenn diese mit einem starken Polster von Humus bedeckt ist. Sollte neben der Erklärung, daß diese Humusschichte den Kalk von der Pflanze fernhalte, nicht auch jene andere beachtenswerth sein, daß diese Humusschichte gewissermaßen als Surrogat für jene lehmigen, sehr wasserreichen Erden diene, welche so häufig bei Verwitterung des Schiefers sich bilden, da beide Unterlagen in Bezug auf ihre Wärmecapacität derselben Classe angehören?

Ich habe schon im Eingange dieser Abhandlung angedeutet, daß erst nach Bestimmung der anderen auf die Wärmeverhältnisse bezüglichen Eigenschaften, insbesondere des Leitungsvermögens an eine vollständige Behandlung der Frage gedacht werden kann. Es sei mir aber doch gestattet, einige Andeutungen darüber zu geben, welchen Einfluß eine Verschiedenheit in der Wärmecapacität der Erden bei gleicher Leitungsfähigkeit und gleichem Absorptionsvermögen auf die Temperaturverhältnisse ausüben muß.

Setzen wir z. B. gleiche Mengen Erden mit gleicher Oberfläche, die eine mit der specifischen Wärme $= 0 \cdot 2$, die andere mit der specifischen Wärme $= 0 \cdot 4$, beide mit derselben Anfangstemperatur den wärmenden Wirkungen von Sonne und warmer Luft aus, so wird sich die erstere viel schneller erwärmen als die zweite. Genügt also z. B. für die erste die Wärmemenge, welche während eines Frühlingstages zugeführt wird, zu einer solchen Temperaturerhöhung wie sie irgend eine Pflanze erfordert, so reicht diese für die zweite Erde noch nicht aus.

Andererseits verzögert aber auch die größere Wärmecapacität die Abnahme der Temperatur. Sinkt z. B. in einer Nacht die Temperatur der ersten Erde so tief, daß eben irgend eine Pflanze erfriert, so erreicht sie in der zweiten Erde dieses Minimum nicht. Geringere Wärmecapacität bedingt also im Allgemeinen größeren Abstand der Extreme, große Wärmecapacität wirkt den Extremen entgegen und sucht sie einander zu nähern.

Diese Verhältnisse sind wichtig genug, um zu erkennen, daß das Studium dieser physikalischen Eigenschaften zur Erforschung der Abhängigkeit der Vegetation von der Beschaffenheit des Bodens unumgänglich nothwendig ist. Zur Befestigung dieser Erkenntniß einen Beitrag geleistet zu haben, war der Zweck dieser meiner Abhandlung, welchen ich erreicht zu haben glaube.

Intorno all' azione dell' urina sulla soluzione di iodio e sulla colla d'amido.

Studii di

M. Vintschgau e R. Cobelli in Padova.

(Presentati all' i. r. Accademia delle scienze in Vienna nell' adunanza del 11. Maggio 1866.)

L'urina è un liquido escrementizio di grande importanza, ed ogni sua proprietà dev' essere studiata colla massima cura; essa, malgrado le molteplici indagini di cui fu il soggetto da alcuni decennii a questa parte, offre però sempre motivo a nuovi studii.

Tre anni or sono fu studiata in Francia la proprietà dell'urina di scolorare la tintura di iodio; pochi mesi or sono Béchamp scoperse in essa una sostanza speciale ch'egli chiamò *Nefrozymase*, atta a trasformare l'amido in zucchero.

Noi abbiamo stimato opportuno di sottoporre a nuove indagini questi due fatti sì interessanti.

L'urina di un individuo sano e fornita di reazione acida fu, dopo la feltrazione, divisa in tre parti aggiungendo

1. Alla prima a goccia a goccia dell'ioduro d'amido; il colore azzurro sparì da prima con grande rapidità, in seguito più lentamente, però sempre in poco tempo.
2. Alla seconda alcune goccie di una soluzione di iodio e la tinta gialla, propria a quest' ultima, scomparve istantaneamente.
3. Alla terza un poco di colla d'amido.

Questi tre mescuglii si lasciarono stare per 24 ore in un ambiente, la cui temperatura variò, durante quel periodo, tra i 13° ed i 6° C°., indi si sottoposero ai seguenti cimenti.

Il liquido 1 fu diviso in quattro parti: alla prima si aggiunse acido nitrico che conteneva un poco di acido nitroso; alla seconda una piccola quantità di una soluzione di potassa ed indi dell' acido muriatico; alla terza una soluzione di iodio e da ultimo alla quarta un poco di colla d'amido. Con nessuno però di tutti questi reattivi fu possibile di ottenere la benchè minima traccia di colorazione azzurra.

Il liquido 2 fu assaggiato colla còlla d'amido, ma non si ebbe tinta azzurra, questo colore però si palesò quando il mescuglio, subito dopo, fu trattato con alcune goccie di acido nitrico, oppure, se dopo aggiunta la colla d'amido, vi si versarono alcune goccie di potassa ed indi alcune di acido muriatico.

Il liquido 3 fu sperimentato colla soluzione di iodio, ma non si ebbe colorazione.

Questo esperimento, ripetuto coi medesimi risultati sull' urina di altri due individui, parimente sani, ci dimostra che l' urina ha la proprietà non solo di scomporre l' ioduro d'amido, ma di agire altresì sopra i suoi singoli componenti (iodio, amido).

Prima però di procedere stimiamo opportuno di indicare come furono preparati i singoli reagenti.

La colla d'amido fu ottenuta facendo bollire un poco d'amido in molta acqua stillata, lasciando raffreddare il liquido e depositarsi, la sola porzione chiara soprastante fu usata, e qualche volta per maggiore precauzione eziandio feltrata.

La soluzione di iodio fu preparata sciogliendo l'iodio in una soluzione diluta di ioduro di potassio; la tinta del liquido era d'un giallo-rosso carico.

Per ottenere l' ioduro d'amido si versarono alcune goccie della soluzione di iodio nella colla d'amido fino a che questa avea preso una tinta azzurra assai manifesta.

Avendoci l'esperimento poco sopra riferito dimostrato che l' urina scompone l' ioduro d'amido, ed impedisce le reazioni caratteristiche per l' iodio e per l'amido, era ben naturale di conoscere in quanto tempo avvengano questi cangiamenti.

Versando a goccia a goccia nell' urina feltrata l'ioduro d'amido si osserva che in sulle prime il colore sparisce istantaneamente; in seguito formasi un leggero precipitato azzurro, il quale scompare eziandio dopo un tempo non molto lungo. Se appena scomparsa la tinta azzurra si aggiungano una o due goccie di iodio, essa ricompare per isparire però in brevi istanti. Per lo contrario attendendo alcuni minuti, dopo sparita la tinta, questa all'aggiunta dell'iodio più non si palesa. Quando si abbia l'attenzione di aggiungere i singoli reagenti a goccia a goccia sono sufficienti 8—12 minuti e spesso anche meno per osservare tutta questa serie di fenomeni.

L'iodio non si palesa all'aggiunta di colla d'amido colla consueta reazione quandochè sia sparita per intero dall' urina la colorazione avutasi per la sua aggiunta.

Per determinare vie meglio il tempo in cui la colla d'amido aggiunta all' urina non può essere rintracciata a mezzo dell'iodio abbiamo stimati necessarii i seguenti esperimenti.

Ore 2·30. A 20 C.C. di urina feltrata si aggiungono 5 C.C. di colla d'amido decantata. Si mescolano i liquidi ed immediatamente dopo esperimentata una porzione del mescuglio coll' iodio si ha una tinta azzurra intensa.

Ore 2·45. Aggiungendo ad un'altra porzione del mescuglio a goccia a goccia la soluzione di iodio, da prima si manifesta un leggerissimo colore rosso-vino, che per una maggiore aggiunta di iodio si cambia nella tinta caratteristica.

Ore 3·00. Coll' iodio non si ottiene coloramento di sorta.

Nell'esperimento or ora riferito la proporzione tra la quantità di urina usata e quella della colla d'amido, ad essa aggiunta, fu di 4 : 1.

Nella stessa maniera s'istituirono altri quattro esperimenti variando l'anzidetta proporzione, ed i risultati di essi sono raccolti nella seguente tabella.

Amido — Urina	
1 parte — 3 parti;	con iodio dopo 5′ tinta rosso-vino leggera, dopo 60′ tinta rosso-vino appena percettibile.
1 parte — 2 parti;	dopo 5′ tinta rosso-vino intensa, dopo 15′ tinta rosso-vino leggerissima, dopo 1 ora e 20′ si ha ancora una leggerissima tinta rosso-vino.
1 parte — 1½ parti;	dopo 5′ tinta azzurra, dopo 10′ tinta rosso-vino intensa, dopo 30′ tinta rosso-vino leggerissima, dopo 1 ora e 10′ si ha ancora una tinta rosso-vino leggerissima.
1 parte — 1 parte;	dopo 10′ tinta azzurra, dopo 15′ tinta rosso-vino intensa, dopo 45′ tinta rosso-vino abbastanza intensa.

Tutti gli esperimenti or ora riferiti furono impresi nello stesso giorno, colla medesima urina e colla medesima colla d'amido, ci è permesso quindi di conchiudere che se la colla d'amido viene aggiunta

all' urina in piccola quantità, l' iodio dopo un tempo assai breve (10—15 minuti) non produce più la caratteristica reazione, ma soltanto una tinta rosso-vino leggera, la quale non si manifesta attendendo un poco più a lungo; per lo contrario mano mano che si aumenta la quantità relativa della colla d' amido si prolunga pure il tempo nel quale l' iodio produce o la tinta azzurra od almeno quella rosso-vino.

Questi esperimenti dimostrano a tutta evidenza esistere nell'urina dell' uomo sano una o più sostanze, le quali hanno la proprietà o di congiungersi coll' amido in modo che torna impossibile scoprirne la sua presenza a mezzo dell' iodio oppure di cangiarlo in una sostanza che non ha alcuna azione sull' iodio.

Questa proprietà di impedire la reazione dell' iodio sull' amido non è propria solo dell' urina, ma bensì, come scoperse il Magendie, a quanto riferisce il Corvisart[1]), è comune a molti liquidi dell'-animale organismo.

Essendo l' urina un liquido tanto complesso sorgeva ben ovvia la domanda a quale od a quali sostanze si debba attribuire la proprietà di fissare o scomporre l' amido per modo che esso più non si manifesti per l' azione dell' iodio; inoltre, se esso viene scomposto, quali sieno i prodotti di questa decomposizione.

Noi ci siamo fatte queste domande anche per la proprietà che possiede l' urina di impedire che l' iodio, ad essa aggiunto, si manifesti a mezzo della colla d' amido.

Nella speranza di poter separare le singole sostanze che hanno questa azione abbiamo trattato l' urina normale coll' acetato di piombo; siccome però, per quelle sostanze che fissano o scompongono l' amido, i nostri risultati furono con questo metodo del tutto negativi, così basti il ricordare brevemente quali prove abbiamo tentate.

L' urina fu trattata coll' acetato neutro di piombo; il precipitato, che fu sospeso in poca acqua, ed il liquido, da esso precedentemente feltrato, furono decomposti a mezzo dell' idrogeno solforato; dopo la feltrazione i due liquidi esposti a dolce calore per cacciare l' esuberante idrogeno solforato, e dopo il raffreddamento ambedue divisi in tre porzioni; alla prima fu aggiunto ioduro d' amido ed il colore scomparve quasi istantaneamente, alla seconda fu aggiunta colla

---

[1]) L. Corvisart, Sur la réaction de la teinture d'Jode en présences de urines glycosiques; action distincte de l'acide urique. Union Médicale Nr. 43, 1863.

d'amido, alla terza una soluzione di iodio il cui colore scomparve quasi istantaneamente.

Dopo 24 ore le prime due porzioni cimentate coll'iodio ci diedero una tinta azzurra distintissima; la prima e la terza furono assaggiate colla còlla d'amido, ma senza ottenere colorazione, la quale si palesò immediatamente aggiungendovi in pari tempo dell'acido nitrico.

Questo esperimento ci fornì la prova che torna impossibile di isolare a mezzo dell'acetato di piombo la sostanza o le sostanze che agiscono sull'amido, e ci dimostrò inoltre che quelle le quali esercitano un'azione sull'iodio si trovano tanto nel precipitato quanto nel liquido.

Giova pure ricordare che se il liquido rimasto, dopo aver trattata l'urina coll'acetato neutro di piombo, si precipiti coll'acetato basico dello stesso metallo; e se al liquido, che ora rimane, si aggiunga dell'ammoniaca, e se questi due precipitati, dopo un accurato lavamento con acqua stillata, nonchè l'ultimo liquido rimasto, dopo allontanati colla feltrazione i due precipitati, si trattino coll' idrogeno solforato per allontanare il piombo, si ottengono tre liquidi i quali, cacciato a dolce calore l'idrogeno solforato e l'ammoniaca, conservano la proprietà di fare sparire il colore della soluzione di iodio, e questo non può essere scoperto alla semplice aggiunta di colla d'amido.

L'osservazione che a mezzo dell'acetato neutro di piombo e successivo trattamento prima con idrogeno solforato e poscia con dolce calore, per allontanare questo gas, viene distrutta od almeno modificata la sostanza che agisce sull'amido ci suggerì l'idea di trattare differenti porzioni di urina normale con acido acetico, con una corrente d'idrogeno solforato e successivo riscaldamento, col semplice riscaldamento a bagnomaria per un'ora intera, e vedere se la sostanza in questione rimanga inalterata. Le prove istituite ci dimostrarono a tutta evidenza essere essa decomposta o distrutta per quelli agenti, giacchè passate anche 24 ore, dopo l'aggiunta ai singoli liquidi della colla d'amido, si aveva coll'iodio una manifestissima tinta azzurra.

Questi esperimenti ci fornirono quindi la spiegazione dei risultati negativi ottenuti trattando l'urina coll'acetato di piombo.

Si avrebbe forse potuto scomporre il precipitato ottenuto coll'acetato neutro di piombo a mezzo dell'acido ossalico oppure a mezzo dell'acido carbonico. Prima però di tentare questi due reagenti esperimentammo separatamente la loro azione sull' urina.

L' acido ossalico, come l'acido acetico, distrugge o modifica la sostanza di cui è questione. Per lo contrario l'urina, attraverso della quale gorgogliò per ben mezz'ora una corrente di gas acido carbonico, offrì coll'ioduro e colla còlla d'amido i medesimi risultati come l'urina recente, e dei quali fu parola al principio di questa memoria.

Da tutti gli esperimenti fin' ora ricordati puossi inferire che l'acido acetico, l'ossalico, una temperatura di poco inferiore ai 100° C°. e forse anche l'idrogeno solforato per sè solo sono capaci di distruggere od almeno modificare quella sostanza che si trova nell'urina e che agisce sull'amido.

Tutte queste prove nonchè varie altre per sapere quale cangiamento soffra l'amido, erano già compiute, quando ci giunse la breve nota publicata dal Béchamp[1]); di questa diamo ora una succinta relazione avvegnachè colla scorta della medesima abbiamo impresi parecchi esperimenti.

Il Béchamp dice che „l'urina normale fisiologica di persone sane contiene una sostanza di natura proteinica capace di fluidificare la colla d'amido e di cangiarla in zucchero.“ Questa sostanza, da lui chiamata Nefrozymase, dovrebbe formarsi nei reni. Béchamp si preparò la nefrozymase nel seguente modo: Ad un volume di urina di persone sane, ed accuratamente feltrata si aggiungono da due a tre volumi di alcoole di 88° a 90° Cent.

Il precipitato fioccoso, che si deposita lentamente, si raccoglie sopra un feltro e si lava con alcoole più debile (75° Cent). Questo precipitato si compone di fosfati terrosi e della sostanza albuminoide, della quale in 1000 C.C. di urina se ne trovano soltanto 0·3—0·65 grm. Non tosto l'àlcoole sia evaporato la sostanza viene disciolta nell'acqua stillata, in cui se ne scioglie la massima parte. Questo liquido cangia l'amido in zucchero, mantenendo il mescuglio per alcune ore alla temperatura di 60—70° C.; evaporato ed abbruciato manda odore di corna bruciate, per il reattivo di Millon si colora in rosso.

La proprietà saccarificante si può dimostrare anche coll'urina recente quando ad essa si aggiunga della colla d'amido, si riscaldi il mescuglio fino a 60—70° C. e si lasci stare per alcune ore alla temperatura di 60° C.

---

[1]) Béchamp, Sur la matière albuminoide — ferment de l'urine. — Recherches sur la fonction du rein. Comptes rendus, Tome 60, 1865, pag. 445.

Béchamp per tutti questi esperimenti si preparò la colla d'amido trattando 2 grm. d'amido con 40 C.C. d'acqua.

Noi dobbiamo però ricordare che due anni prima Cohnheim [1]), trattando l'urina con un eccesso di alcoole oppure col fosfato di calce, ottenne un precipitato la cui soluzione nell'acqua stillata aveva la proprietà di cangiare in 20—30 minuti l'amido in zucchero, e con i reagenti chimici si comportava nella stessa maniera delle soluzioni del fermento della saliva.

Fu nostra cura di ripetere gli esperimenti del Béchamp ed ecco il risultato delle nostre indagini.

Trattata l'urina dell'uomo sano nel modo descritto dal Béchamp ottenemmo un precipitato bianco, che in parte si sciolse nell'acqua stillata. Questa soluzione cangiò l'amido in zucchero come a tutta evidenza potè essere dimostrato colla reazione del Trommer.

Non ci fermammo però a questo risultato ed abbiamo stimato, senza nuocere punto agli studii che sta facendo il Béchamp, di poter istituire le seguenti osservazioni. Ci sia quindi permesso di riferire alquanto dettagliamente alcuni degli esperimenti da noi impresi.

A 1000 C.C. di urina normale, di reazione acida, feltrata per ben due volte, furono aggiunti tre volumi di alcoole del P. S. 0·810 alla temperatura di 24° C. Il precipitato, che come osservò Béchamp si depone lentamente, fu dopo 24 ore separato dall'alcoole soprastante e più volte lavato con alcoole diluto, dal quale fu sempre separato per decantazione. Queste operazioni si possono eseguire facilmente poichè, quantunque il precipitato si depositi con lentezza, pure ciò avviene abbastanza bene, e se ne perde solo una piccolissima quantità. Il precipitato fu raccolto in seguito sopra un feltro, e per maggiore precauzione lavato di nuovo con un poco di alcoole diluto.

Egli è ben vero che questo processo richiede una grande quantità di alcoole, ma se ne può riacquistare la massima parte colla destillazione.

In 240 C.C. di acqua destillata, non si sciolse che una parte di questo precipitato, per il che si feltrò nuovamente e si ebbero così un fluido *a* ed un residuo *b*.

---

[1]) Cohnheim, Zur Kenntniss der zuckerbildenden Fermente. Virchow's Archiv für path. Anat. und Phys. etc. Vol. 28, pag. 250.

Il residuo *b*, esaminato a mezzo del microscopio, si trovò composto di sostanza amorfa, e di piccoli cristalli aghiformi fra loro in varie guise intrecciati. Questo precipitato si sciolse per la massima parte nell' acido muriatico diluto, (0·4 proc.); il poco residuo rimasto era composto di piccoli corpuscoli rotondeggianti fortemente rifrangenti la luce e commisti a cristalli, di cui alcuni aveano una forma abbastanza chiara di ottaedri (ossalato di calce?). Il liquido acidulo sperimentato colla prova del Trommer non produsse riduzione di sorta. Esso fu diviso in sei parti e ciascuna trattata nel modo seguente: si aggiunge

Alla I soluzione di iodio, e si ha un colore giallo.

Alla II ioduro d'amido, questo non perde la sua tinta.

Alla III colla d'amido, però in piccola quantità.

Alla IV colla d' amido, ma in maggiore quantità.

Nella V fu sospeso un fiocco di fibrina gonfiata nell' acido muriatico diluito (0·1 proc.).

La VI fu lasciata senza alcuna aggiunta.

In un VII tubetto fu posto dell' acido muriatico diluto (0·4 proc.), ed aggiuntavi della colla d'amido.

Tutti questi tubetti d' assaggio furono posti in un bagno ad acqua la cui temperatura nelle prime tre ore oscillò tra i 60—70° C. in seguito andò lentamente abbassandosi fino a raggiungere la temperatura dell' ambiente cioè 25° C.

Passate 24 ore fu osservato ciascuno dei sette liquidi:

I. Conserva il suo colore giallo; all' aggiunta di colla d'amido si tinge in azzurro.

II. Si divise in un liquido chiaro ed incoloro, ed un precipitato azzurrognolo. Il liquido esperimentato per sè solo si tinge coll' iodio in azzurro.

III e IV. Si depositò una sostanza bianchiccia; tanto il liquido chiaro quanto il deposito, esaminati separatamente, si colorano in azzurro per l'azione dell' iodio. I liquidi non riducono il reattivo del Trommer.

V. La fibrina, quantunque non si possa dire sciolta, pure è disaggregata per modo che sembrerebbe incominciato un processo di digestione; lasciata per altre 24 ore alla temperatura ordinaria fu trovata per intero sciolta.

VI e VII non riducono il reagente cupro-potassico.

Tutte queste prove dimostrano con chiarezza che quella parte del precipitato che si scioglie nell'acido muriatico diluto non ha azione di sorta sulla colla d'amido; solo sembrerebbe avere esso la proprietà di sciogliere la fibrina, prima però di fermarci su tale punto continuiamo la descrizione dell'esperimento.

Al liquido *a* di tinta giallognola furono aggiunti due volumi di alcoole P. S. 0·820 alla temperatura di 23°·5 C.; si ebbe un precipitato che raccolto sopra un feltro fu lavato a più riprese coll'alcoole.

Questo precipitato esaminato sotto al microscopio si mostrò composto di sostanza amorfa, di qualche cristallo aghiforme nonchè di corpi rettangolari ad angoli smussati. Esso, dopochè l'alcoole fu interamente evaporato, e si era quasi disseccato, fu sciolto nell' acqua stillata e ne rimase insoluta una piccola parte che si componeva di sostanza amorfa.

Questo liquido di tinta pagliarina, di reazione leggermente alcalina fu diviso in sei parti, ed aggiunto

Alla I alcune goccie della soluzione di iodio; il liquido si tinge in giallo.

Alla II ioduro d'amido; il colore azzurro sparisce lentamente.

Alla III colla d'amido in piccola quantità.

Alla IV colla d'amido in maggiore quantità.

Alla V un fiocco di fibrina che era stato gonfiato nell'acido muriatico diluto (0·1 proc.). Esso si raggrinzò quasi immediatamente e non valse a farlo rigonfiare l'aggiunta di poco acido.

La VI fu lasciata senza alcuna aggiunta.

In un VII tubetto fu posta soltanto della colla d'amido.

Tutti questi tubi furono tenuti alla stessa temperatura dei precedenti e passate 24 ore il liquido di ciascheduno fu sottoposto a speciale esame.

I° La tinta è più sbiadita; si tinge appena per l'aggiunta di amido, ma il colore diviene molto intenso versandovi alcune goccie di acido nitrico.

II° Liquido chiaro, incoloro, senza precipitato; all'aggiunta di iodio non si tinge in azzurro; l'acido nitrico per sè solo non cagiona alcuna tinta, la quale però si manifesta tostochè vi si aggiungano alcune goccie di colla d'amido.

III e IV. In ambedue un poco di precipitato, maggiore però nel secondo; esso si tinge in azzurro all' aggiunta di iodio. Il liquido soprastante è chiaro, non si tinge per l'azione dell'iodio, ma col reattivo cupro-potassico si ottiene una bellissima riduzione.

V. La fibrina non subì alcuna alterazione.

VI. e VII. Nessuna riduzione del reagente di Trommer.

Questi esperimenti confermano l'osservazione di Béchamp che esiste cioè nell'urina una sostanza la quale trasmuta l'amido in zucchero; e dimostrano altresì che questa sostanza è solubile nell'acqua stillata e che essa non ha alcuna azione sulla fibrina.

Brücke [1]) con una serie di esperimenti assai interessanti dimostrò che una parte della pepsina viene assorbita ed in seguito espulsa coll'urina dall'organismo. Ben facilmente si poteva supporre che a mezzo del metodo indicatoci dal Béchamp precipitasse, oltre la sostanza speciale che egli volle chiamare nefrozymase, anche la pepsina, la quale, come sappiamo per gli studii assai accurati di Brücke, si scioglie più facilmente nell' acido muriatico diluto di quello che nell' acqua stillata. Queste considerazioni furono quelle che ci indussero ad imprendere l'esperimento or ora indicato; e, se ad esso soltanto ci volessimo attenere, sembrerebbe che le nostre previsioni si fossero confermate. Non ci stemmo però contenti di questo risultato ed abbiamo stimato opportuno ripetere l' esperimento nel seguente modo.

A 665 C.C. di urina normale, di reazione acida, feltrata due volte, si aggiunsero due litri di alcoole P. S. 0·815 Temp. 10°·5 C.

Il precipitato fioccoso biancastro fu lavato nella solita maniera a più riprese con alcoole diluto ed indi raccolto sopra un feltro.

All'esame microscopico si mostrò composto di un sostanza finamente molecolare, di cristalli di fosfato doppio di ammoniaca e di magnesia e di corpuscoli parte rotondi, parte ovali e parte un poco appuntati alle due estremità, simili alle amandorle. Questi corpuscoli all'aggiunta di acqua stillata divengono prima rotondi, indi si fanno un poco come frastagliati ed a superficie irregolare, da ultimo si sciolgono. La sostanza amorfa ed i cristalli rimangono inalterati.

---

[1]) Brücke, Beiträge zur Lehre von der Verdauung. Sitzungb. der mathem.-naturw. Classe der kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Bd. 43, pag. 618 e seg.

Per l'azione dell'acido muriatico diluto (0·4 proc.) si osservano pressochè i medesimi fenomeni, soltanto che i cristalli vengono intaccati e lentamente si sciolgono; la sostanza molecolare sembra pure sciogliersi in parte.

Una porzione di questo precipitato fu trattato con acido muriatico (0·8 proc.) e dopo la feltrazione si aggiunse al liquido dell'acqua stillata fino a tanto che in esso si contenevano 0·15 proc. di acido muriatico.

A questo liquido fu aggiunto un fiocco di fibrina gonfiata; questo recipiente (1) unitamente ad un secondo (2) con sola fibrina gonfiata furono posti nel solito bagno ad acqua, ma, malgrado che l'esperimento si prolungasse per più ore, la fibrina non si sciolse; anzi nel primo recipiente (1) essa si raggrinzò.

L'altra parte del precipitato fu sciolta nell'acqua stillata e, dopo la feltrazione, il liquido adoperato per i seguenti assaggi.

Una porzione del liquido cangiò l'amido in zucchero, la cui presenza si dimostrò a mezzo del reattivo di Trommer.

Questa soluzione acquosa coll'acido nitrico freddo non diede alcun precipitato; in seguito bollita, non si ottenne parimenti nè precipitato nè coloramento; ma dopo il raffreddamento per l'aggiunta di ammoniaca, si tinse leggermente in giallo-paglia.

Esperimentata nuova porzione del liquido col reagente di Millon si ebbe da principio un precipitato bianco; per la bollitura si depose lungo le pareti del tubo d'assaggio un precipitato citrino, al fondo si raccolse una polvere di colore rosa.

Volendo vedere se forse con alcoole più forte tornasse possibile di precipitare unitamente alla sostanza particolare di Béchamp anche la pepsina abbiamo ripetuto l'esperimento usando una quantità ragguardevole di alcoole pressochè assoluto, vale a dire ad ogni C.C. di urina si aggiunsero 4 C.C. di alcoole P. S. 0·795 alla temperatura di 11° C., ma indarno; si ottennero cioè i medesimi risultati negativi come nel precedente.

Questi ultimi due assaggi, riguardo all'azione della soluzione acida sulla fibrina gonfiata, sono per tal modo decisivi che c'inducono ad omettere per intero i varii altri tentativi fatti, pure con esito negativo, per vedere se era possibile di precipitare in questo modo la pepsina, e riferiremo solo quanto risguarda quella sostanza speciale che dal Béchamp fu chiamata Nefrozymase, ma che noi stimiamo

opportuno denominare ptyalina; e di ciò daremo le ragioni nel seguito.

600 C.C. di urina normale, di reazione acida, furono trattati come nei primi esperimenti. Il precipitato ottenuto fu sciolto nell' acqua stillata, ed il liquido colla feltrazione separato dal precipitato.

Il liquido di colore un poco giallognolo e di reazione leggermente alcalina diede col cloruro di bario un precipitato abbondante insolubile nell' acido nitrico (solfati), col molibdenato d'ammoniaca appena un intorbidamento (fosfati).

In seguito fu diviso nelle seguenti parti:

I. Fu a mezzo di alcune goccie di acido acetico resa fortemente acida; il colore dell' ioduro d'amido, che vi fu aggiunto, non iscomparve del tutto.

II. Per una mezz' ora fu riscaldato a bagnomaria, s'intorbidò, ma mantenne la sua reazione alcalina; il colore dell' ioduro d'amido che vi fu aggiunto va sparendo.

III. Vi si aggiunse ioduro d'amido, la tinta si diminuisce di molto.

Tutti tre i tubetti d'assaggio furono posti in un bagno ad acqua mantenuto alla solita temperatura.

Dopo 24 ore si esperimentarono i liquidi I, II, III col reagente del Trommer ed il solo liquido III diede un risultato positivo.

Il precipitato che era rimasto sul feltro fu sciolto nell' acido muriatico diluto (0·8 proc.) in cui si sciolse per la massima parte, e diede col cloruro di bario un leggero precipitato, al contrario uno assai abbondante a mezzo del molibdenato d'ammoniaca.

Egli era per fermo interessante di conoscere se la ptyalina dell' urina per cangiare l'amido in zucchero abbisogni di alcune ore, come indica il Béchamp, oppure se basti un tempo molto minore; perciò noi abbiamo stimato necessario d'imprendere anche la seguente prova.

Da un litro di urina si precipitò nel solito modo la ptyalina, e dopochè il precipitato fu bene lavato venne sciolto in acqua stillata.

Questa soluzione fu divisa in otto tubetti; questi unitamente ad un nono, che conteneva colla d'amido, furono posti nel solito bagno ad acqua, la cui temperatura, durante tutto l'esperimento, variò tra i 50—55° C.

Quando che si potè essere certi che tutti i liquidi aveano raggiunto quella temperatura si versò in sette dei detti tubetti circa

l'eguale quantità della colla d'amido contenuta nel nono, e furono riposti nel bagno.

Ad intervalli di 5 minuti si assaggiò ciascuno dei tubetti non solo col reagente cupro-potassico (Trommer), ma eziandio colla potassa caustica (Móore), e col magistero di bismuto (Böttcher); e tornò possibile già dopo 5 — 10 minuti di dimostrare con tutti i reattivi la presenza di zucchero.

E quì giovi ricordare.

All'aggiunta di potassa caustica si forma un precipitato fioccoso. il quale dopo la bollitura è di un colore bianco sporco ed il liquido soprastante prende una tinta giallo-bruna. Quando si istituisce la prova del Trommer si osserva che per ottenere la riduzione del reattivo cupro-potassico fa mestieri mantenere il liquido all'ebollizione per qualche secondo di minuto, ed inoltre non si forma un precipitato pesante, ma, rimanendo il protossido di rame aderente al precipitato fioccoso, che si ottiene colla sola potassa, si depone lentamente; però il colore del precipitato è il caratteristico.

La stessa osservazione è da farsi per la reazione col magistero di bismuto; ed in vero si osserva che da principio si raccoglie al fondo del tubo una polvere pesante bianco-griggiastra, e tutto all'ingiro si depone un precipitato fioccoso nero.

Torna inutile il dire che istituite le prove col liquido e colla colla d'amido per sè soli non si ottiene verun risultato, abbenchè sieno rimasti nel bagno per ben un'ora.

Ricordiamo da ultimo che adoperando quantità sufficienti di liquido contenente la ptyalina dell'urina e di colla d'amido si può ottenere tanto zucchero da dimostrarne la sua presenza a mezzo del saccarimetro a polarizzazione di Mitscherlich.

Il Béchamp alcuni mesi dopo publicata la prima nota ne publicò una seconda [1]) nella quale descrive il metodo da lui usato per determinare quantitativamente la Nefrozymase contenuta nell'urina.

Egli, servendosi di questo metodo, volle conoscere come la quantità della stessa varii secondo il sesso, l'età, il regime di vita, l'ora della giornata, noi non possiamo fermarci su tale argomento e perchè troppo lontano dallo scopo che ci siamo prefissi e perchè il

---

[1]) Béchamp, Sur les variations de la Nefrozymase dans l'état physiologique et dans l'état patologique. Comptes rendus Tome 61, pag. 251.

Béchamp promette di publicare per intero la sua memoria; ma non possiamo passare sotto silenzio ch' egli trovò la Nefrozymase nell' urina di molti ammalati, anche dei diabetici e che questa sostanza si trova in piccolissima quantità nell' urina che contiene molta albumina anzi in un caso di malattia di Bright essa mancava del tutto.

Siccome il conoscere se la Nefrozymase (ptyalina secondo noi) si trovi realmente nell' urina dei diabetici era per il nostro scopo assai interessante così abbiamo stimato opportuno di fare i necessarii esperimenti sull' urina di due di questi ammalati.

Il primo diabetico (A), di cui nei sei mesi nei quali rimase nella clinica medica di questa Università si tenne conto esatto delle sostanze solide e liquide ingerite nonchè delle egeste colle feci e coll' urina, emetteva giornalmente nella media dai 6 ai $6\frac{1}{2}$ litri di urina. Le oscillazioni furono però assai grandi, giacchè qualche giorno la quantità di urina emessa ammontò ad 8 litri, in qualche altro discese fino a 3 litri e 200 C.C.

Nel giorno in cui raccogliemmo l' urina necessaria al seguente esperimento ne emise 6 litri e 200 C.C.

Ci sia permesso di esporre dettagliatamente tutte le prove tentate.

A 600 C.C. di urina diabetica di reazione acida e feltrata per due volte si aggiunsero tre volumi di alcoole del P. S. 0·800. Temp. 30° C.

Questi esperimenti furono fatti durante l' estate, ma l' urina fu trattata coll' alcoole non appena emessa, così che non poteva succedere alcuna decomposizione e si ebbe continuamente l' avvertenza di immergere i vasi in altri maggiori pieni di acqua fredda.

Il precipitato fu lavato a più riprese con alcoole diluto e si continuò fino a tanto che una porzione dell' alcoole di lavamento evaporato a bagnomaria ed il residuo sciolto nell' acqua fredda non dava col reagente di Trommer alcuna reazione.

Il precipitato all' esame microscopico si mostrò composto di una grande quantità di cristalli lancettiformi e di una sostanza molecolare amorfa; i primi solubili nell' acqua stillata, la seconda pressochè insolubile.

Questo precipitato fu trattato coll' acqua destillata e malgrado un' azione prolungata di 24 ore se ne sciolse solo una piccola parte.

A mezzo della feltrazione si ottenne un liquido *a* (che, come di leggeri si scorge, corrisponde al liquido *a* ottenuto dall' urina nor-

male) ed un precipitato *b* (esso corrisponde al precipitato *b* dell'urina normale).

Il liquido *a* di reazione leggermente acida tentato col reattivo di Trommer non presenta la più piccola traccia di zucchero. Prima però di fare verun altro esperimento esso fu esplorato coi seguenti reagenti:

coll'ebollizione leggera opalinità che sparisce all'aggiunta di acido nitrico,

col nitrato d'argento opalinità che sparisce all'aggiunta di acido nitrico,

con cloruro di bario precipitato abbondante insolubile nell'acido muriatico,

con molibdenato d'ammoniaca leggero precipitato citrino.

Col liquido rimasto dopo questi assaggi si istituirono tutti gli esperimenti già impresi coll'analogo liquido ottenuto dall'urina normale e si ebbero i medesimi risultati, cioè esso scolora la soluzione di iodio e l'ioduro d'amido, cangia la colla d'amido in zucchero.

Il precipitato *b*, formato solo da una sostanza amorfa, fu sciolto nell'acido muriatico diluto (0·8 proc.), però ne rimase indisciolta una piccola parte che fu allontanata a mezzo della feltrazione.

Prima di sottoporre il liquido ad altre prove fu cimentato col cloruro di bario, non si ha alcun precipitato, col molibdenato d'ammoniaca, precipitato molto abbondante di colore citrino.

Ora si istituirono le seguenti prove:

I. Liquido con colla d'amido.
II. Liquido solo.
III. Liquido con fibrina gonfiata nell'acido muriatico diluto (0·1 proc.).
IV. Fibrina gonfiata ed un poco di acido muriatico diluto (0·1 proc.).

Questi quattro tubetti furono posti nel solito bagno ad acqua.

V. Liquido con fibrina come al N° III.
VI. Fibrina come al N° IV.

Questi due ultimi vennero lasciati alla temperatura ordinaria.

Passate 24 ore fu esaminato il contenuto dei singoli tubetti.

I e II colla prova del Trommer nessuna reazione.
III e V la fibrina è interamente disciolta.
IV e VI la fibrina non presenta cangiamento di sorta.

Abbiamo stimato utile istituire un'altra serie di prove coll'urina di un secondo diabetico.

Questi (B), nei varii periodi in cui fu osservato nella clinica medica di questa Università, e nei quali si tenne conto di tutte le sostanze da

lui ingeste ed egeste, emetteva nella media dai 2 ai $2\,{}^1/_2$ litri d'urina in 24 ore; il massimo fu di 5 litri, il minimo di $1\,{}^1/_2$ litri; quel massimo non fu osservato che una sola volta, il minimo alcune volte. Nel giorno in cui fu istituita l'osservazione si raccolsero 1 litro e 600 C.C. di urina.

A 500 C.C. di urina diabetica, di reazione acida, e feltrata due volte si aggiunsero 3 volumi di alcoole P. S. 0·800 alla temperatura di 27° C.

Prima di sottoporre il precipitato a qualche prova si ebbero tutte quelle precauzioni di cui si parlò nell' esperimento precedente.

All'esame microscopico si mostrò composto di una sostanza amorfa, di piccoli cristalli aggruppati a stella, e di granuli solubili nell'acqua.

Il precipitato fu di poi sciolto nell'acqua stillata e come di consueto si ebbe un liquido *a* ed un residuo *b*.

Il liquido *a* ha colore leggermente paglia, reagisce un poco alcalino e cimentato coi medesimi reattivi come il liquido *a* (pag. 15) si ottengono i medesimi risultati.

In seguito il liquido fu adoperato per i seguenti esperimenti:

I. Liquido con colla d'amido.

II. Liquido solo.

III. Colla d'amido.

IV. Il liquido fu bollito, si ebbe un intorbidamento e dopo raffreddato vi si aggiunse colla d'amido.

Questi quattro tubetti furono posti nel solito bagno ad acqua.

V. Liquido con colla d'amido.

VI. Liquido solo.

VII. Liquido con fibrina gonfiata.

VIII. Aggiunto al liquido l'ioduro d'amido il colore sparisce lentamente.

IX. Versato nel liquido un poco di iodio, il colore giallognolo non isparisce.

Questi ultimi cinque tubi furono tenuti alla temperatura ordinaria.

Dopo 24 ore si esaminò il contenuto dei singoli tubetti coi seguenti risultati:

I e V ridussero il reagente cupro-potassico, ma però assai debolmente.

II, III, IV, VI non riducono il reattivo cupro-potassico.

VII. La fibrina anzichè subire un processo digestivo è un poco raggrinzata.

VIII. Il liquido è chiaro, incoloro, al fondo del tubetto si raccolse un deposito di tinta leggermente azzurra. Il liquido non si tinge in azzurro aggiungendovi dell'iodio; la colla d'amido sola non produce parimente una colorazione, ma bensì se subito dopo vi si aggiungano alcune goccie di acido nitrico.

IX. Esso conserva ancora una tinta pagliarina e prende colore azzurro all'aggiunta di colla d'amido.

Il residuo *b* composto di una sostanza amorfa fu sciolto in 20 C.C. di acido muriatico diluto (0·8 proc.) e solo una piccola parte rimase indisciolta.

Questo liquido fu in parte adoperato per vedere se fosse capace di sciogliere (digerire) la fibrina gonfiata nell'acido muriatico diluto (0·1 proc.); ma nè nel liquido primitivo nè in quello diluto con acqua stillata, fino a tanto che un fiocco di fibrina gonfiato non più si raggrinzava, tornò possibile di osservare neppure dopo 24 ore, sia alla temperatura ordinaria (25° C.) sia ad una temperatura elevata (55°—65°C.), che il fiocco di fibrina ad esso aggiunto avesse sofferto il benchè minimo processo di digestione.

L'altra parte del liquido originario fu sottoposto ai seguenti cimenti:

con cloruro di bario precipitato poco abbondante;

con molibdenato d'ammoniaca precipitato piuttosto abbondante,

colla bollitura si ha un precipitato fioccoso solubile nell'acido nitrico caldo, che però non ricomparisce pel raffreddamento,

con acido nitrico freddo nessun precipitato, neppure dopo il riscaldamento, e neppure dopochè il liquido tornò a raffreddarsi.

Il doppio cianuro di ferro e potassio, il sublimato corrosivo, il percloruro di ferro non producono alcun precipitato.

Questi due esperimenti sull'urina diabetica dimostrano che in essa come nella normale si contiene la ptyalina.

Nella clinica medica di questa Università fu accolta una donna affetta da polidipsia e di questa esaminammo pure l'urina.

L'ammalata emetteva giornalmente dai 2 ai 3 litri di urina un poco torbida, di reazione appena acida, di un P. S. di circa 1·010.

Trattato un litro di questa urina colla consueta quantità di alcoole si ottenne un precipitato composto di cristalli di fosfato doppio di

ammoniaca e di magnesia, di cristalli aghiformi, di una sostanza granulosa, però in piccola quantità, e finalmente di una sostanza molecolare. L'acqua stillata scioglie i granuli ed i cristalli aghiformi.

La soluzione acquosa di questo precipitato trasformò in 5—10 minuti la colla d'amido in zucchero.

La soluzione con acido muriatico (0·8 proc.), sia così concentrata, sia diluta fino a contenere circa 0·15 proc. di acido muriatico, non ebbe alcuna azione sulla fibrina gonfiata.

Anche questa urina conteneva quindi la ptyalina.

Dagli esperimenti istituiti col metodo indicatoci da Béchamp possiamo dedurre brevemente quanto segue:

A mezzo dell'alcoole si ottiene dall'urina normale, dalla diabetica e dalla polidipsiaca un precipitato, nel quale all'esame microscopico si trova: una sostanza amorfa poco solubile nell'acqua stillata, più solubile nell'acido muriatico diluto, ed ancora più facilmente nel concentrato; qualche volta dei granuli ora sferici, ora quadrangolari ad angoli smussati, ora ovoidali simili ad amandorle; facilmente solubili tanto nell'acqua stillata che nell'acido muriatico diluto; qualche volta dei cristalli di fosfato doppio di ammoniaca e di magnesia; da ultimo cristalli ora aghiformi, ora lancettiformi, spesso isolati, ma talvolta in varie guise fra loro intrecciati e non di rado disposti a stella; essi il più delle volte sono insolubili nell'acqua stillata.

La soluzione acquosa di questo precipitato reagisce d'ordinario leggermente alcalina e contiene molti solfati, ed appena traccie di fosfati; la porzione di questo precipitato insolubile nell'acqua, ma solubile per la massima parte nell'acido muriatico, contiene molti fosfati ed appena traccie di solfati.

La soluzione acquosa ha la proprietà di cangiare in breve tempo (5—10 minuti) l'amido in zucchero, di scolorare la soluzione di iodio; essa non agisce sulla fibrina. Questa soluzione acquosa contiene la ptyalina.

La soluzione acidula non trasmuta l'amido in zucchero, non scolora oppure solo debilmente la soluzione di iodio, e non ha forse alcuna azione sulle sostanze albuminoidi.

I risultati di questi nostri esperimenti non sono per nulla contrarii a quelli ottenuti dal Brücke, ma dimostrano soltanto che per precipitare dall'urina la pepsina non è per fermo conveniente di usare l'alcoole.

Fra tutti gli esperimenti impresi con questo metodo in due soli la soluzione acidula del precipitato fu capace di sciogliere la fibrina; ma anche questi due esperimenti possono dare motivo ad alcune obbiezioni ed in vero:

Che in un esperimento manca la prova di confronto, nell' altro essa è imperfetta;

Che la soluzione della fibrina avvenne non tanto per l' azione della pepsina, quanto forse o per quella dell' acido muriatico concentrato, oppure perchè il liquido usato era un mescuglio di acqua, di acido muriatico, e di fosfati, avendo il Brücke avuta l' opportunità di osservare che una mescolanza di acqua, di acido muriatico, di fosfato di calce e di acido fosforico, scioglie la fibrina più rapidamente che non il solo acido muriatico diluto.

Quantunque ci sarebbe facile o di abbattere queste obbiezioni od almeno di diminuire il loro valore, col confronto di esperimenti istituiti da altri autori ed in particolar modo dal Brücke, pure crediamo che ciò tornerebbe poco profittevole, e meglio sarebbe il rimuoverle con esperimenti. Questa era la nostra intenzione, ma, fallitici tutti gli altri tentativi, non abbiamo potuto metterlo in pratica.

A motivo dei parecchi risultati negativi, nei quali la fibrina anzichè sciogliersi si raggrinzò, ed inoltre avuto riguardo che i due esperimenti positivi non sono scevri da obbiezioni, abbiamo stimato migliore consiglio di tenere sospeso il nostro giudizio ed asserire soltanto che non è conveniente di precipitare con l' alcoole la pepsina contenuta nell' urina.

I nostri esperimenti confermano, senza lasciar luogo ad obbiezioni, l' osservazione di Béchamp e di Conheim che nell' urina esiste una sostanza, fornita della proprietà di trasmutare l' amido in zucchero.

Il chimico francese pensa essere essa una sostanza formatasi nei reni ed è perciò che la vuole denominata Nefrozyimase, noi al contrario la supponiamo identica alla ptyalina della saliva, e stimiamo inutile introdurre una nuova denominazione. È però nostro debito il ricordare quelli argomenti che possono venire in appoggio a questa supposizione.

Gli studii molto accurati di Brücke[1]) ci fecero conoscere che la pepsina non presenta veruna delle reazioni caratteristiche per le

---

[1]) Brücke, Beiträge zur Lehre von der Verdauung. II. Abtheilung. Sitzungsber. d. mathem.-naturw. Classe der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. 43, pag. 607 613 e 618.

sostanze albuminoidi, che essa durante la digestione non viene decomposta; appoggiato a questa osservazione il Brücke suppose e dimostrò che essa si trova nell'urina, da cui può venire precipitata.

Danilewsky [1]) ottenne dal succo pancreatico non solo la sostanza atta a digerire le sostanze albuminoidi, ma eziandio una seconda dotata di proprietà saccarificante molto energica tanto in una soluzione acida che in una alcalina oppure neutrale. Essa appartiene al gruppo delle sostanze colloidali, e con l'acido nitrico e l'ammoniaca non dà la reazione xanto-proteica.

Cohnheim [2]) preparò dalla saliva mista una sostanza, la quale non possedeva le reazioni proprie alle sostanze albuminoidi, ma aderiva ai corpi molto divisi, apparteneva al gruppo delle sostanze colloidali, ed aveva un potere saccarificante molto energico.

Le due sostanze preparate da Danilewsky e da Cohnheim e la pepsina hanno alcune proprietà comuni, vale a dire tutte tre non appartengono al gruppo delle sostanze albuminoidi, ma aderiscono ai corpi finamente divisi, e sono sostanze colloidali.

Torna quindi ben ragionevole il supporre che, se la pepsina non viene distrutta per il processo digestivo, non lo sieno neppure le anzidette due sostanze, esse potranno perciò venire assorbite ed in seguito espulse per i reni; di questa opinione è pure il Cohnheim per la sostanza da lui preparata dalla saliva e che noi vogliamo continuare a chiamare ptyalina.

La ptyalina dell'urina è identica a quella della saliva e fors' anche a quella sostanza saccarificante che il Danilewsky isolò dal succo pancreatico.

Fino a tanto che secondo Béchamp erano necessarie per trasmutare la colla d'amido in zucchero a mezzo della ptyalina dell'urina parecchie ore, oppure che secondo Cohnheim occorrevano dai 20 ai 30 minuti, poteva questo argomento essere addotto per dubitare della sua identità con quella della saliva. Ma questa obbiezione fu rimossa tostochè noi dimostrammo (pag. 13) che l'azione della ptyalina dell'urina sull'amido si manifesta passati appena 5—10 minuti.

---

[1]) Danilewsky, Alex , Über specifisch wirkende Körper des natürlichen und künstlichen pancreatischen Saftes. Virchow's Archiv für pathol. Anat. und Phys. etc. Vol. 25, pag. 279.

[2]) Cohnheim, Zur Kenntniss der zuckerbildenden Fermente. Virchow's Archiv für path. Anat. und Phys. etc. Vol. 28, pag. 241.

Non possiamo però negare che questo tempo è ancora molto lungo in confronto di quello che adopera la saliva mista [1], ma conviene ricordare che la quantità di ptyalina isolata dall'urina dev' essere molto piccola, ed inoltre essa è inquinata da una grande quantità di sali, i quali possono per fermo ritardare la sua azione sull' amido.

Tanto la saliva quanto la ptyalina isolata dall' urina, bollite, oppure acidificate con molto acido acetico, od acido ossalico, perdono la loro proprietà saccarificante; l' urina normale sottoposta ai medesimi cimenti non è più atta ad impedire la reazione dell' iodio sull' amido che ad essa fu aggiunto.

L' esperimento colla bollitura dimostra che l' azione sull' amido non dipende nè dall' alcalinità del liquido nè dai varii sali in esso esistenti, ma bensì da una sostanza facilmente decomponibile.

Gli esperimenti con l' acido acetico e colla bollitura ci rendono altresì ragione perchè non ci fu possibile a mezzo dell' acetato di piombo di isolare dall' urina la ptyalina.

La ptyalina salivare è solubile nell' acqua; parimenti quella dell' urina.

La ptyalina dell' urina come la salivare è una sostanza colloidale.

Il precipitato, ottenuto dall' urina normale a mezzo dell' alcoole, fu sciolto in poca acqua stillata e questa soluzione posta nel dializzatore; l' acqua stillata esterna, per agevolare la dialisi, fu cambiata ogni dodici ore.

Passati tre giorni anche dopo una dialisi di dodici ore l' acqua acidulata con acido nitrico oppure con acido muriatico non diede col cloruro di bario alcun precipitato; sottoposto alla stessa prova il liquido rimasto sul dializzatore si ebbe eguale risultato, e sciogliendosi i solfati contenuti nell' urina precipuamente nell' acqua abbiamo ritenuto essere terminata la dialisi.

Ogni 24 ore fu sperimentato il liquido del dializzatore prendendone una piccola porzione riscaldandola a bagnomaria fino a 50° C. indi aggiungendovi della colla d'amido e dopo pochi minuti sottoposto il mescuglio alla reazione del Trommer, noi ottenemmo sempre l' indicazione della presenza di zucchero e quindi la prova che la ptyalina dell'urina era rimasta sul dializzatore e ch'essa è una sostanza colloidale.

---

[1] M. Vintschgau, Intorno al tempo in cui avviene il cangiamento della fecola in destrina e zucchero per l' azione della saliva. Atti dell' Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti Serie III, Vol. IV.

La reazione che può lasciare qualche dubio intorno alla identità di queste due sostanze è quella che spetta ai corpi albuminoidi.

Cohnheim afferma che la ptyalina salivare non dà la più piccola traccia della reazione xanto-proteica, il precipitato ottenuto dall'urina con l'alcoole e contenente la ptyalina ci diede per l'ebollizione con acido nitrico e successiva aggiunta di ammoniaca una leggerissima tinta giallognola, e col reagente di Millon a freddo un precipitato bianco, di cui una parte per l'ebollizione prese tinta rosea.

Queste due reazioni dimostrerebbero che alla ptyalina dell'urina era aggiunta, sebbene in piccola quantità, una sostanza albuminoide oppure che lo è essa medesima.

Noi abbiamo tentato con successive precipitazioni a mezzo di alcoole di ottenere la ptyalina pura e ciò in un esperimento che non abbiamo creduto necessario di riportare per esteso, giacchè i suoi risultati non furono tanto salienti come in quelli riferiti.

Questo esperimento ci dimostrò che la ptyalina dell'urina o non è affatto insolubile nell'alcoole oppure che essa, come la ptyalina salivare, per la ripetuta azione dell'alcoole perde molto della sua solubilità nell'acqua, e questo ci sembra più verosimile giacchè le soluzioni acquose non erano mai perfettamente chiare, ma mostravano un leggero intorbidamento. Per le ripetute precipitazioni con alcoole la quantità della ptyalina si diminuì per modo che non fu atta a trasformare in zucchero che una piccolissima quantità di amido; ma questa soluzione non diede nè con acido nitrico ed ammonica, nè col reagente di Millon, nè col percloruro di ferro, nè col sublimato corrosivo una reazione atta a dimostrare traccia di sostanze albuminoidi, e solo con acido acetico ed il doppio cianuro di ferro e potassio si formò dopo 24 ore un leggero intorbidamento.

Si può quindi supporre che se tornasse possibile di ottenere la ptyalina dell' urina affatto pura essa non presenterebbe alcuna delle reazioni proprie alle sostanze albuminoidi.

A sciogliere tale dubio abbiamo stimato opportuno di sottoporre a qualche cimento il liquido che era rimasto sul dializzatore.

Questo aveva una reazione neutrale ed esperimentato, come si disse, coll'acido muriatico e cloruro di bario non diede alcun precipitato (mancanza di solfati); esaminata la soluzione al polarimetro di Mitscherlich non deviava il piano di polarizzazione; pur troppo a questa prova non possiamo attribuire grande valore giacchè la quantità della sostanza

non era tale da togliere il dubio che la mancanza di deviazione non provenisse forse della troppo piccola quantità di sostanza attiva.

Evaporatane una piccola parte su lamina di platino si ebbe un residuo, il quale collo spingere del riscaldamento si annerì (sostanza organica), ed arroventato rimase un residuo (sostanza anorganica).

Che cosa sia questa sostanza anorganica noi non possiamo dirlo; la quantità di liquido che avevamo a nostra disposizione era troppo piccola ed è perciò che abbiamo istituito soltanto le seguenti reazioni.

La bollitura non produsse alcun precipitato.

Acidulato con acido nitrico e bollito si tinse leggermente in colore paglia, ed all'aggiunta di ammoniaca la tinta si fece un poco più carica.

Il reagente di Millon a freddo produsse un leggero intorbidamento, che si aumentò riscaldando il liquido e si tinse leggermente in roseo.

Con sublimato corrosivo nessun intorbidamento.

Con nitrato d'argento intorbidamento che sparì all'aggiunta di ammoniaca.

Con percloruro di platino leggero intorbidamento.

Con acetato basico di piombo leggero precipitato.

Con acido acetico in eccesso leggero intorbidamento.

Queste reazioni dimostrano che la ptyalina dell'urina era ancora inquinata di un poco di sostanza albuminoide, oppure ch'essa stessa appartiene al gruppo delle sostanze albuminoidi; ed è quindi l'argomento più forte, fino a tanto che non si arrivi ad ottenere la ptyalina dell'urina affatto pura, che si possa addurre per negare la sua identità colla ptyalina salivare.

Le reazioni ottenute con l'acetato basico di piombo, col percloruro di platino, col sublimato corrosivo, e col nitrato d'argento coincidono con quelle descritte da Brücke per la pepsina; soltanto per la nostra ptyalina non possiamo ritenere che il precipitato ottenuto col nitrato d'argento dipenda da un qualche cloruro, perchè i cloruri alcalini, se pure ne esistevano nel liquido, si dializzano facilmente.

Noi non abbiamo voluto seguire per ora più oltre questo argomento riservandoci però di farlo non tosto il Béchamp avrà publicato per intero la sua memoria.

Si può anche opporre che non si tratti già di una sostanza speciale, e che si abbia a fare solo con muco; ora anche Cohn-

heim si fece questa obbiezione e la risolse negativamente asserendo che il muco non ha proprietà saccarificante e noi possiamo aggiungere che la rapidità con la quale avviene la trasformazione dell' amido in zucchero per la ptyalina dell' urina dimostra ch' essa è per fermo una sostanza molto attiva.

Fino od ora abbiamo esaminato quella sostanza che agisce sulla colla d' amido senza punto curarci di quella o di quelle sostanze esistenti nell' urina le quali agiscono sull' iodio. Fa pure mestieri tenere parola di queste, ma tornerà utile il ricordare brevemente i lavori dei nostri predecessori.

Abbiamo più sopra indicato che, a quanto riferisce il Corvisart, Magendie osservò che se all' urina si aggiunga dell' iodio questo non dà alcuna reazione all' aggiunta di colla d' amido.

Trousseau et Dumontpallier[1]) sostenero che la sola urina dei diabetici ha la proprietà di scolorare la tintura di iodio.

Ben presto però[2]), costretti dalle osservazioni fatte sull' urina di individui non diabetici, dichiararono che anche le urine normali presentavano questa stessa azione.

C. Mauvezin[3]), che si affrettò a confermare la scoperta di Trousseau e Dumontpallier, asserì inoltre che aggiunta all' urina diabetica della colla d' amido e versandovi in seguito alcune goccie di tintura di iodio, però non in tale quantità da neutralizzare il glucoso, non si ottiene la tinta azzurra; e crede che l' iodio, togliendo l' idrogeno al glucoso si converta in acido idroiodico, perchè all' aggiunta di acido nitrico ricomparisce il colore proprio all' iodio. In pari tempo egli volle dimostrare che a mezzo dell' iodio si può non solo determinare la quantità di glucoso, ma ben anche riconoscere se il diabete sia reale o simulato per l' aggiunta di zucchero di canna, non avendo questo, secondo Mauvezin, la proprietà di scolorare la tintura di iodio.

---

1) Trousseau et Dumontpallier. Note sur un procédé nouveau qui permettrait de reconnaitre les urines glycosiques. Union médicale 1863, 31 Mars, No. 39.

2) Trousseau et Dumontpallier. De l'action décolorante des urines glycosiques sur la teinture d'iode. Gazette hebdomadaire 1863, X. 16. — Schmidt, Jahrbücher 1863, Vol. 120, No. 1.

3) Dr. C. Mauvezin, De la teinture d'iode comme moyen de diagnostic des urines glycosiques. Union médicale 1863, 9 Avril, No. 43.

Queste scoperte perdettero in breve del loro valore, a motivo dei risultati opposti ottenuti da altri autori.

Pinier[1]) trovò che l'urina diabetica esercita sulla tintura di iodio un' azione meno energica della normale.

Petit[2]) confermò l'osservazione di Pinier confrontando il potere scolorante della propria urina con quella di un diabetico, e confermò inoltre l'osservazione di Corvisart, che l'acido urico ha la proprietà di scolorare la tintura di iodio; ma di ciò sarà parola in breve.

J. Castaing[3]), confermando le osservazioni di Pinier e Petit, osservò che il glucoso scolora bensì la tintura di iodio, come in generale lo fanno la massima parte delle sostanze organiche, ma questo avviene lentamente e dopo passate parecchie ore; per lo contrario aggiungendo al glucoso dell'urina normale la scolorazione succede con molta rapidità. Castaing studiò altresì l'azione esercitata dai varii componenti dell'urina sulla soluzione di iodio, ma di questi esperimenti sarà discorso in seguito. Da ultimo egli asserì che il bromo gli diede i medesimi risultati dell'iodio, osservazione confermata da Dechambre e Delpech[4]) nonchè da Bizio[5]).

Sailly[6]) fece conoscere che il glucoso preparato dallo zucchero di canna non ha potere scolorante sulla tintura d'iodio, acquistandolo però tosto che vi si unisca dell' urina normale; la quale già per sè sola possiede questa proprietà.

---

1) Pinier, De la teinture d'iode comme moyen de diagnostic de la glycosurie. Gazette des Hopitaux 1863, 2 Mai, No. 52.

2) A. Petit, De la teinture d'iode comme moyen de diagnostic de la glycosurie. Gazette des Hopitaux 1863, 2 Mai, No. 52. — Note sur l'observation de MM. Trousseau et Dumontpallier sur un procédé qui permettrait de reconnaitre les urines glycosiques. Union médicale 1863, 28 Avril, No. 51.

3) J. Castaing, Note sur l'action de l'iode et du brome en présence de l'acide urique, de l'urate d'ammoniaque, et de l'ammoniaque des urines. Union médicale 1863. 14 Mai, No. 58.

4) Dechambre, Note sur la décoloration des urines par la teinture d'iode. Gazette hebdomadaire 1863, X. 16, 17, 18. Schmidt's Jahrbücher 1863. Vol. 120, No. 1.

5) Bizio. Indagini sopra l'influenza dell'orina nel modificare alcune chimiche reazioni. Atti dell'Istituto Veneto T. X S. III 1865 pag. 1091.

6) Sailly, Decoloration de la teinture d'iode par les urines. Gazette des Hopitaux 1863, 1 Sept., No. 102.

Schönbein[1]) dimostrò pure che l'urina normale scolora la soluzione di iodio ed avverte che per lo addietro Pettenkofer avea osservato che l'urina normale recente esercita la stessa azione sull'ioduro d'amido.

Terreil[2]), Corvisart[3]), Dechambre[4]), Dechambre e Delpech[5]), Coulier[6]), Farge[7]), Gubler[8]), fecero analoghe osservazioni sul potere scolorante esercitato dall' urina normale sulla tintura di iodio.

Pur troppo in questa nostra rivista bibliografica non abbiamo tenuto nè un'ordine cronologico esatto, nè esposti, sebben brevemente, i lavori di tutti gl'indicati autori; poichè le varie osservazioni furono rese di publica ragione in differenti giornali scientifici e non ci fu possibile il procurarceli. Esse si trovano però non solo indicate, ma altresì riportate più o meno estesamente da Huppert nelle riviste da lui publicate negli Annali di medicina di Schmidt, e di queste riviste ci siamo anche serviti quando ci mancavano gli originali lavori.

Al principio di questa nostra memoria abbiamo con varie osservazioni dimostrato che l'urina normale ha la proprietà di scolorare l'ioduro d'amido non solo, ma eziandio la soluzione di iodio, che per iscoprire quest'ultimo nelle urine fa mestieri usare un agente piuttosto forte quale si è l'acido nitrico, ed è perciò che, dopo queste nostre osservazioni e dopo quanto affermarono gli altri fisiologi, crediamo inutile di trattenerci su questo argomento.

Inoltre abbiamo dimostrato che la ptyalina non solo esiste nell'urina normale, ma ben anche nella diabetica e nella poliurica.

---

1) Schönbein, Ein Beitrag zur genaueren Kenntniss des menschlichen Harns. Journal für praktische Chemie 1864. Vol. 92, pag. 152.

2) Terreil, De la décoloration de la teinture d'iode par les urines. Gazette des Hopitaux 1863, No. 63.

3) Corvisart l. c.

4) Dechambre. Note sur la décoloration des urines par la teinture d'iode. Gazette hebdomadaire 1863, X, 16, 17, 18. — Schmidt's Jahrbücher 1863, Vol. 120, No. 1.

5) Dechambre e Delpech, l. c. No. 17.

6) Coulier, Experiences sur le nouveau réactif de MM. Trousseau e Dumontpallier, Gazette hebdomadaire 1863, X. 18.

7) Farge, Sur la décoloration de la teinture d'iode par l' urine. Gazette hebdomadaire 1863, X. 17. — Schmidt Jahrbücher. Vol. 120.

8) Gubler, Gazette des Hopitaux. 1863, 30 Mai, No. 63.

Per non lasciare una lacuna nelle nostre ricerche faceva d'uopo di vedere come si comportasse l'urina diabetica verso la tintura di iodio e l'ioduro d'amido.

Intorno all'azione dell'urina diabetica sulla prima non abbiamo che a confermare i risultati ottenuti dagli altri autori, cioè ch'essa la scolora; intorno all'azione sulla seconda era assai verosimile che l'urina diabetica si comportasse a guisa della normale (vedi pag. 1 e 2). Stimiamo però opportuno di riferire alcune poche nostre osservazioni, giacchè queste ci fecero scorgere una piccola differenza tra le due specie di urina.

L'urina del diabetico *(A)*, (vedi pag. 14) fu adoperata per i seguenti assaggi.

Ad una porzione di urina si aggiunge dell' ioduro d'amido (la tinta di quest'ultimo è intensa). Il colore, se la quantità di ioduro d'amido non è soverchia, sparisce in pochi istanti.

Passati 15 minuti il liquido viene sottoposto alle seguenti reazioni:

1) All' aggiunta di una soluzione di iodio si tinge fortemente in azzurro.

2) Con l'acido nitrico si ha un coloramento azzurro.

3) Coll'acido muriatico si ha pure una tinta azzurra.

4) All' aggiunta di amido non si ottiene tinta di sorta.

Nei tubetti nei quali si versò l'acido nitrico e l'acido muriatico si depose dopo qualche tempo un precipitato azzurro.

In seguito con questa urina diabetica si tentarono le seguenti prove:

1) Ad una porzione fu aggiunta una piccola quantità di ioduro d'amido; il colore scomparve quasi istantaneamente.

2) Si aggiunge a nuova porzione di urina ioduro d'amido però in grande quantità.

3) In 25 C.C. d'urina si versarono 12 C.C. di colla d'amido decantata.

Tutti tre i recipienti furono lasciati stare per ben 24 ore alla temperatura ordinaria che era di 8°—9° C. Il

1°. trattato con acido nitrico si colora leggermente in rosso. Nel

2°. e 3°. si formò un deposito, il quale per decantazione fu separato dal liquido chiaro soprastante. Il liquido chiaro fu per se sottoposto alle seguenti prove:

a) coll'acido nitrico si tinge leggermente in rosso ed in seguito aggiuntavi la colla d'amido si ha tinta azzurra.

b) All' aggiunta di sola colla d'amido non si ha alcun coloramento.

c) All' aggiunta di iodio si tinge un poco in rosso, il colore sparisce però prestissimo.

Il deposito all' aggiunta di iodio si tinge in azzurro.

Questo esperimento dimostra a tutta evidenza che l' urina diabetica divide coll' urina normale la proprietà di fare scomparire il colore azzurro dell' ioduro d'amido, di legare o scomporre l' iodio; ma sembrerebbe che essa mancasse od almeno che contenesse in minore quantità quella sostanza che agisce sull' amido.

Quando noi abbiamo istituiti gli anzidetti esperimenti non era ancora stato publicato il lavoro di Béchamp, e restammo quindi incerti se forse la lenta azione dell' urina diabetica sulla colla d'amido non potesse essere un carattere distintivo tra questa e la normale.

L'ammalato rimase nella clinica medica di questa Università, per il che, quattro mesi circa dopo istituiti gli esperimenti precedenti, e dopochè dall' urina dello stesso si aveva ottenuta isolata la sostanza che agisce sull' amido, abbiamo stimato opportuno di ripeterli con essa ed in pari tempo colla normale per avere un sicuro confronto.

Crediamo affatto inutile di riportare per esteso le varie prove istituite essendo quelle medesime delle quali si diede relazione nei precedenti esperimenti, e ci accontentiamo di ricordare che tanto l' urina normale quanto la diabetica possedevano la proprietà di scolorare la soluzione di iodio, nonchè l' ioduro d' amido, che in amendue per l' aggiunta separatamente di iodio e di colla d'amido non si ha tinta azzura, per il che anche l' urina diabetica possiede la proprietà di fissare o scomporre l' amido, risultato conforme a quanto fu asserito più sopra. La sola differenza riscontrata tra l'urina normale e quella di questo diabetico sta nel tempo, poichè la prima spiega la sua azione sull' amido in un tempo molto più breve che non la seconda.

Abbiamo sottoposto alle medesime prove l' urina del secondo diabetico *(B)* (vedi pag. 15) la cui quantità era pressochè normale.

Questa urina scolorava la soluzione di iodio, l' ioduro d' amido ed agiva sulla colla d' amido nell' egual tempo che la normale.

Egli è quindi mestieri di spiegare la differenza riscontrata tra l' urina dei due diabetici.

La spiegazione migliore e più semplice di questa differenza ci sembra le seguente:

Abbiamo già indicato più sopra essere nostra opinione che la ptyalina dell'urina non venga formata nei reni, ma bensì che essa sia quella medesima che, preparata nelle ghiandole salivali e nel pancreas, dopo di avere servito alla digestione viene in parte assorbita ed espulsa colle urine. Supponendo ora che in un individuo sano ed in uno diabetico la quantità di ptyalina espulsa per i reni durante 24 ore sia la medesima, manifesto appare che se in questo stesso spazio di tempo verrà emessa una grande copia di urina la quantità della ptyalina apparirà relativamente diminuita, essa, attesa la sua forte diluzione, non potrà manifestare che un'azione assai lenta e tanto più lenta quanto maggiore ne sarà la diluzione.

A provare questo nostro asserto valgano i seguenti fatti.

Il diabetico *(A)* emetteva giornalmente, come già si disse, una notevole quantità di urina e nei tre giorni nei quali furono istituiti gli anzidetti esperimenti emise nel primo 6 litri, nel secondo 6 litri e 700 C.C. nel terzo 5 litri e 600 C.C. di urina. Per lo contrario il diabetico *(B)* emise nei due giorni, nei quali si fecero gli esperimenti, nel primo 1 litro e 900 C.C., nel secondo 2 litri di urina. Da queste cifre chiaro appare che fatta la supposizione non molto inverosimile che amendue i diabetici emettessero coll'urina l'eguale quantità di ptyalina, nel primo questa era molto più diluita che non nel secondo.

Se questa spiegazione è esatta si dovrà trovare che tutte le urine molto diluite si comporteranno verso l'amido nello stesso modo come si comportò l'urina del diabetico *(A)*.

Ed in vero ci si offrì opportuna occasione di dimostrare sperimentalmente questa asserzione.

Nella clinica medica di questa Università fu accolta una ragazza clorotica, la quale emetteva giornalmente alcuni litri di urina. Nel giorno in cui da noi fu impreso il seguente esperimento emise 5 litri e 400 C.C. di urina di tinta gialla assai pallida, di reazione appena acida, del P. S. di 1·005.

Si presero quantità uguali di questa urina e di normale (P. S. 1·030) e ad amendue si aggiunsero 3 C.C. di colla d'amido decantata. Dopo 14 minuti nell'urina normale non si potè coll'iodio ottenere veruna tinta, al contrario nell'urina clorotica anche dopo passata un'intera ora si ebbe con l'iodio una tinta rosso-vino.

Noi non abbiamo stimato necessario di preparare anche da questa urina la ptyalina, secondo il metodo di Béchamp, perchè le osservazioni precedenti ci dimostrarono che se l'iodio non è capace di svelare nell'urina l'amido questo fu per certo modificato, e siccome poi le nostre osservazioni, e delle quali fu parola a lungo nelle precedenti pagine, ci avevano fatto conoscere che di tutte le sostanze esistenti nell'urina la sola ptyalina possiede questa proprietà così ci potemmo restare tranquilli sul risultato ottenuto.

A noi sembra che per dimostrare la presenza della ptyalina, quando non si voglia fare uso di tutto il metodo d'investigazione indicatoci da Béchamp, si possa istituire la seguente reazione:

Si aggiunga ad urina accuratamente feltrata un poco di colla d'amido decantata, e di tratto in tratto si esperimenti questo mescuglio coll' iodio; se esiste la ptyalina da principio si ottiene una tinta azzurra carica, in seguito una meno intensa, più tardi soltanto una tinta rosso-vino e da ultimo neppure questa.

Per avere in pari tempo un liquido di confronto si faccia bollire un' altra porzione della stessa urina, e si sottoponga ai medesimi cimenti della non bollita. Essa anche dopo 24 ore dovrà tingersi in azzurro a mezzo dell' iodio.

Da tutte le osservazioni riferite dobbiamo conchiudere che tanto nell'urina normale quanto nella diabetica e poliurica esistono una o più sostanze, le quali hanno la proprietà di legare o scomporre l'iodio. La ptyalina esiste sì nell'urina normale che nella diabetica e poliurica, ma in quest' ultime, relativamente alla quantità di urina emessa, è meno abbondante, abbenchè la sua quantità assoluta possa essere eguale alla normale.

Noi abbiamo ancora da esaminare se la ptyalina dell'urina abbia la proprietà di convertire l'amido in zucchero anche quando essa non sia stata isolata dall' urina; vale a dire se aggiungendo all' urina normale della colla d'amido questa si trasformi in zucchero. Il Béchamp asserisce che aggiunta a 10 C.C. d'urina della colla d'amido, e riscaldato il mescuglio fino alla temperatura di 60° — 70° C. e poi lasciato a quella di 60° C° per alcune ore, vi si trova dello zucchero.

Prima di ricordare brevemente i nostri esperimenti è mestieri che ci fermiamo a parlare di un fenomeno speciale che mostra l'urina normale quando con essa s'imprenda la prova del Trommer.

Winogradoff[1]) in un lavoro assai interessante così si esprime: istituendo la reazione del Trommer con urina normale fornita di gran potere riduttore ed aggiungendovi un eccesso di soluzione di solfato di rame si osserva che per il riscaldamento il liquido da prima si scolora, continuando per qualche tempo a riscaldarlo si forma a poco a poco un precipitato di protossido di rame idrato.

Il Winogradoff, prese in considerazione tutte le sostanze esistenti nell'urina e che possono ridurre l'ossido di rame, spiega la reazione or ora descritta coll'avvertire che il protossido di rame formatosi rimane in soluzione a motivo della creatinina e forse anche di altre sostanze contenute nell'urina; in seguito poi per la prolungata azione del calorico e dell'alcali la creatinina si decompone e precipita il protossido idrato rameico.

Noi abbiamo spesse volte ripetuto l'esperimento con urina normale come ci viene descritto da Winogradoff ed abbiamo sempre ottenuto il medesimo risultato, e se qualche volta la reazione non corrisponde ciò dipende perchè la quantità di rame aggiunta è troppo piccola.

Ritornando agli esperimenti di Béchamp ci è mestieri il dire che ripetuto l'assaggio, non solo nel modo indicato da questo chimico, ma altresì aggiungendo all'urina una maggiore quantità di colla d'amido, non ci tornò possibile di ottenere la reazione del Trommer così chiara come avviene quando nell' urina si contenga realmente dello zucchero.

Se la quantità di solfato di rame è piccola si ha tanto coll'urina normale quanto coll' urina mista ad amido il solito scoloramento; se è maggiore in allora in amendue per la prolungata ebollizione si forma un precipitato giallognolo di protossido di rame idrato; e solo in qualche caso sembra che questo precipitato si formi più presto nell'urina mista ad amido.

Per questi nostri esperimenti noi siamo inclinati a ritenere che non torna per fermo agevole lo scoprire in tale maniera la ptyalina dell' urina, e dimostrare l'azione saccarificante ch'essa esercita sulla colla d'amido.

L'urina dell'uomo ha come abbiamo fin'ora veduto la proprietà di scolorare la soluzione di iodio e l'ioduro d'amido; era pure

---

[1]) Dr. Winogradoff, Beiträge zur Lehre vom *Diabetes mellitus*. — Virchow's Archiv für path. Anat. und Physiol. etc. Vol. 27, pag. 553.

interessante di conoscere se l' urina degli animali possedesse le stesse proprietà.

Questi esperimenti furono in addietro impresi da Dechambre e Delpech[1]), i quali dimostrarono che l' urina di Leone, di Pantera, di Tigre, di Iena, di Paradoxurus, di Elefante, e di Yack ha la proprietà di scolorare la tintura di iodio.

L' urina dei carnivori aveva reazione alcalina, la quale non dipendeva, secondo gli autori, dalla presenza di ammoniaca. Torna però necessario il ricordare che l' urina esaminata da Dechambre e Delpech fu emessa durante la notte, ed era rimasta sul pavimento di legno della gabbia dei singoli animali. Gli autori stessi asseriscono che la proprietà dell' urina dei carnivori di scolorare una grande quantità di tintura di iodio dipendeva probabilmente dalla presenza di carbonati alcalini.

Noi non avevamo a nostra disposizione animali sì rari come quelli che servirono alle osservazioni dei precitati autori e dovemmo rimanere contenti coll' esaminare l' urina di Volpe, di Gatto, di Cavallo e di Rana.

L' urina di volpe e di gatto fu raccolta nel modo descritto dall'uno di noi allorquando fu constatata la presenza di zucchero nell' urina di volpe[2]). Per varii giorni prima dell' esperimento amendue gli animali furono nutriti di sola carne.

Ecco in breve i risultati principali dei nostri esperimenti.

I varii assaggi fatti coll' urina di volpe di reazione acida, ci dimostrarono che la ptyalina o manca interamente oppure è contenuta in così piccola quantità che non torna possibile il discoprirla con alcuno dei metodi fin' ora conosciuti.

Sottoposta l' urina di volpe ad un esperimento simile a quello descritto a pag. 30 osservammo che tanto l' urina bollita quanto la non bollita, anche trascorse 24 ore, si tingeva in azzurro per la soluzione di iodio.

Non siamo rimasti contenti di questo risultato negativo ed abbiamo adoperato il metodo di Béchamp per isolare, se era possibile,

---

1) Dechambre et Delpech, Décoloration de la teinture d'iode par l'urine des animaux. Gaz. hebd. X, 20, 1863. Schmidt's Jahrbücher 1863, Vol. 120, Nr. 1.

2) M. Vintschgau, Presenza dello zucchero nell'urina di Volpe. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Vol. XLII, pag. 523.

dall'urina di volpe la ptyalina. L'esperimento fu ripetuto due volte, crediamo però inutile di riportarlo per intero poichè tutte le prove sono identiche a quelle fatte sull'urina umana.

Il precipitato ottenuto coll'alcoole è composto di granuli simili ai cristalli di urati, di cristalli grandi prismatici, e di una sostanza finamente molecolare.

La massima parte del precipitato è solubile nell'acqua; questa soluzione acquosa reagisce alcalina e con cloruro di bario dà un precipitato bianco insolubile nell'acido nitrico (solfati); con nitrato d'argento un precipitato giallo citrino solubile per intero nell'ammoniaca, per la massima parte nell'acido nitrico (fosfati) e rimane un leggero precipitato bianco insolubile (cloruri).

Questo liquido malgrado un'azione assai prolungata sulla colla d'amido non è atto a trasformarla in glucoso, e solo nel primo esperimento ci fu possibile di ottenere una leggera riduzione del reagente cupro-potassico.

Noi crediamo quindi di poter affermare che la ptyalina o non esiste oppure si trova in così piccola quantità nell'urina di volpe da non agire sull'amido.

Urina di gatto. L'urina fu feltrata ed aveva una reazione decisamente acida.

L'urina fu divisa in tre parti, e si aggiunse.

Alla 1 ioduro d'amido, il colore scomparì quasi istantaneamente.

Alla 2 colla d'amido.

Alla 3 poche goccie di iodio.

Questi tre liquidi furono lasciati alla temperatura ordinaria e dopo 24 ore si fecero i seguenti esperimenti.

1. Il liquido era del tutto scolorato e non aveva che un deposito assai scarso. Il precipitato si colora per l'iodio in rosso-vino, mentre il liquido soprastante non si tinge in azzurro nè coll'iodio, nè coll'amido, nè coll'acido nitrico.

2. Deposito leggerissimo che si tinge in rosso-vino per l'iodio; non così il liquido chiaro soprastante.

3. Non si colora all'aggiunta di colla d'amido neppure dopo aggiuntovi dell'acido nitrico.

L'urina di gatto si comporta quindi nella stessa maniera che l'urina dell'uomo. In essa esistono tanto le sostanze che agiscono sull'iodio, quanto la ptyalina, e questa conclusione acquista ancora

più valore poichè l'urina del gatto riscaldata a bagnomaria e raffreddata avea perduta la proprietà di agire sull' amido; non solo il deposito, che si era formato, ma eziandio il liquido soprastante si coloravano in azzurro all' aggiunta di iodio.

Per non dilungarci nell'esposizione di queste prove osserviamo che l'urina di cavallo, di reazione alcalina, e l'urina di rana, raccolta comprimendo l'addome ad una serie di animali, e la quale reagiva neutrale, presentarono in generale le medesime reazioni dell' urina dell' uomo.

Da questi esperimenti ci è quindi giuocoforza conchiudere che l'urina del Gatto, del Cavallo e della Rana contiene sostanze che agiscono sull' iodio nonchè la ptyalina. Béchamp trovò la nefrozymase nell' urina del Cane e del Coniglio [1]).

Noi dobbiamo da ultimo esaminare quale o quali sostanze danno all' urina la proprietà di scolorare la soluzione di iodio, ed agiscono sopra qnesto metalloide in modo ch' esso non possa venire scoperto se in un alla colla d' amido non si aggiunga un poco di acido nitrico.

Intorno a questo argomento, abbenchè gli studii non sieno stati intrapresi che da poco, pure si publicarono parecchie osservazioni. Noi stimiamo esser debito nostro il riportare brevemente quanto ci fu possibile di raccogliere, pregando però di volerci perdonare se questa nostra rivista non seguirà esattamente un' ordine cronologico e se, attesi i molteplici lavori publicati in differenti periodici, non ci sarà possibile il ricordare ogni scrittore.

Corvisart [2]) osserva che la soluzione acquosa dell' acido urico ha la proprietà non solo di scolorare la soluzione dell' iodio nell' acqua, ma altresì l' ioduro d' amido.

Egli, tenendo conto della solubilità dell' iodio e dell' acido urico nell' acqua, asserisce che quest' ultimo è capace di trasformare tre volte il suo peso di iodio, e che questa trasformazione consiste nella produzione di un acido incoloro di iodio.

Petit [3]) confermò l' osservazione di Corvisart che l'acido urico scolora la soluzione di iodio ed anzi vuole cho 0·10 grm. di acido

---

[1]) Béchamp, Sur la matière albuminoide etc. Comptes rendus. Tome 60, p. 445.

[2]) Corvisart, Sur la reaction de la teinture d'iode en presence des urines glycosiques, action distincte de l'acide urique. Union médicale No. 43, 9. Avril 1863.

[3]) Petit. De la teinture d'iode etc. Gazette des Hopitaux. Nr. 52. 3. Mai 1863.

urico, sciolti in un litro d'acqua, sieno capaci di scolorare 0·25 grm. di iodio sciolti a mezzo di 200 C.C. di alcoole nella stessa quantità d'acqua. In oltre afferma che l'urato di potassa possiede un potere scolorante uguale a quello dell'acido urico puro.

L'urea manca interamente di questa proprietà.

Castaing [1]) conferma l'osservazione per l'acido urico ed aggiunge che questo ha un'azione meno pronta dell'urato d'ammoniaca; vuole altresì che l'urea, sebbene molto debilmente e con grande lentezza, produca la stessa scolorazione; ed avendo infine osservato che l'ammoniaca pura diluita scolora prontamente la tintura di iodio conchiude col dire: „che l'urina agisce per la sua ammoniaca almeno colla stessa energia, come agisce in forza dell'acido urico e dell' urato d'ammoniaca".

Terreil [2]) vuole che nè l'urea nè i varii urati di soda, di potassa, di calce, di magnesia assorbino l'iodio, nega questa proprietà anche all'acido urico quando sia chimicamente puro; ed a suo dire l'unica sostanza che scolori l'iodio è l'urato d'ammoniaca; per il che in tutti i casi, in cui si osservò scoloramento della soluzione di iodio per l'acido urico, oppure de'suoi sali, vi era una qualche traccia di urato d'ammoniaca. Terreil afferma che l'iodio si unisce all' urato d' ammoniaca formando una combinazione solubilissima, ed evaporando il liquido si ottengono dei cristalli lamellari di un giallo d'ambra, dei quali non determinò la composizione.

Tutte le altre sostanze organiche ed inorganiche dell'urina non devono avere alcuna azione sull'iodio.

Da ultimo l'autore riferisce un suo metodo per determinare volumetricamente, a mezzo dell'iodio, l'urato d'ammoniaca contenuto nell'urina, ma noi stimiamo affatto inutile farne parola.

Dechambre e Delpech [3]), sottoposte all'esperimento varie sostanze, asseriscono che l'urea, l'acido lattico, il lattato di soda, il fosfato d'ammoniaca, quello di magnesia, il cloruro di sodio non scolorano la soluzione di iodio, bensì però il carbonato doppio di soda, il sal

---

[1]) Castaing, Note sur l'action de l'Jode etc. Union médicale No. 58. 14. Mai 1863.

[2]) Terreil, De la décoloration de la teinture etc. Gazette des Hopitaux No. 63. 30. Mai 1863.

[3]) Schmidt's Jahrbücher. 1863, Vol. 120.

ammoniaco, il fosfato di soda e di ammoniaca, il solfato di potassa ne assorbono una piccolissima quantità. Inoltre essi confrontarono il potere scolorante dell' urato di soda e dell' acido urico e trovarono che va diminuendo nello stesso ordine come furono nominati. Gli autori esaminarono pure l' azione della creatina e della creatinina, ma le due sostanze non erano nè separate l' una dall' altra, nè pure.

Schönbein[1]) crede che la proprietà dell' urina di scolorare la soluzione di iodio dipenda dalle sostanze ossidabili in essa contenute; egli osservò in fatti che l' urina trattata col carbone animale scolorava la soluzione di iodio in minor grado dell' urina normale, che trattando questa coll' ozono, il quale, come lo dimostrò il Gorup, distrugge non solo i pimmenti, ma eziandio l' acido urico, perde la proprietà di scolorare la soluzione di iodio.

Schönbein afferma quindi che i pimmenti dell' urina, l' acido urico ed i varii urati posseggono la proprietà di scolorare la soluzione di iodio.

L' urea non possiede questa azione.

Huppert[2]), che sottomise ad accurato esame la proposta degli autori francesi di dosare l'acido urico a mezzo di una soluzione acquosa di iodio, osservò che l' acido urico sciolto nel fosfato di soda fissa due equivalenti di iodio; ma quando l' autore volle applicare questo metodo all' urina trovò che se la quantità dell' acido urico si calcola dalla quantità di soluzione di iodio scolorata, si ottiene qualche volta nientemeno che il quadruplo della reale quantità di acido urico. Huppert conchiuse quindi che nell' urina oltre l' acido urico vi devono essere delle altre sostanze che agiscono sull' iodio: egli però esclude l' acido ippurico, nonchè la creatinina e le sostanze coloranti.

Noi abbiamo sottoposto ad esame i seguenti sali.

1. Cloruro di sodio.
2. Cloruro di potassio.
3. Cloruro d' ammonio.

---

1) Schönbein, Ein Beitrag zur genaueren Kenntniss des menschlichen Harns. Journal für prakt. Chemie Vol. 92, pag. 152.

2) M. O. Huppert, Über die Bestimmung der Harnsäure durch Titriren mit Jod. Dissertation. Leipzig 1864. Henle, Keferstein und Meissner, Bericht über die Fortschritte der Anat. und Physiol. im Jahre 1864, pag. 331.

4. Solfato di soda.
5. Solfato di potassa.
6. Solfato di magnesia.
7. Fosfato di soda.
8. Bicarbonato di soda.
9. Bicarbonato di potassa.

Fa mestieri ricordare che prima di adoperare le soluzioni dei bicarbonati esse furono fatte attraversare per ben un ora da una corrente di gas acido carbonico.

In ciascun liquido abbiamo aggiunto un poco di colla d'amido tinta dall'iodio, e tenemmo conto dei cangiamenti avvenuti nella stessa subito dopo l'aggiunta ai liquidi, e dopo passate 24 ore.

Nei primi sei il colore dell'ioduro d'amido non isparisce; negli altri tre va sparendo, più lentamente però nei due ultimi.

Passate 24 ore nei primi sei tubi si trova un deposito di colore azzurro carico, ed il liquido soprastante è perfettamente chiaro. Questo nè coll'iodio nè colla còlla d'amido si tinge e solo adoperando contemporaneamente un poco d'acido nitrico e colla d'amido si ottiene una leggerissima tinta azzurra, che ben presto svanisce.

La soluzione settima non ha alcun precipitato; il liquido si colora all'aggiunta di iodio, però non a quella di solo amido, bensì se dopo aggiunto quest'ultimo si versino alcune goccie di acido nitrico.

I liquidi 8 e 9 non hanno precipitato; essi si colorano all'aggiunta di iodio, ma non per quella di colla d'amido. L'acido nitrico mano mano che sviluppa l'acido carbonico produce una tinta azzurra sempre più carica.

I sei primi sali (cloruro di sodio, di potassio e d'ammonio, solfato di soda, di magnesia) hanno un'azione tanto debile sull'ioduro d'amido che in vero può venire trascurata; al contrario quella degli altri tre sali (fosfato di soda, bicarbonato di soda e di potassa) è si forte che di essa conviene tenere conto.

Avendo questi tre sali una reazione alcalina sorge il dubio se essi non agiscano forse a motivo della loro alcalinità. Pur troppo i due ultimi sali non possono servire a sciogliere questa questione, ma per lo contrario vi si presta il fosfato di soda.

La sua soluzione conserva la proprietà di agire sulla colla d'amido abbenchè vi si abbia aggiunto l'acido acetico oppure l'acido muriatico fino a reazione decisamente acida. Torna però necessario

il ricordare che coll'aumentarsi della quantità di acido che vi si aggiunge scema la proprietà di agire sull'iodio, così che da ultimo cessa ogni sua azione speciale.

Da questi esperimenti si poteva facilmente prevedere che il fosfato di soda scolorirebbe eziandio la soluzione di iodio, ed in vero la soluzione di quel sale sia essa alcalina oppure acida per l'aggiunta di acido acetico o di muriatico scolora quella dell'iodio.

L'urea e l'acido ippurico cristallizzati parecchie volte, ed usati in soluzioni sature a freddo, non palesano veruna azione nè sull'iodio nè sull'ioduro d'amido, per il che crediamo affatto inutile il riportare dettagliatamente gli esperimenti, i quali altro non sono che la ripetizione di quelli già le tante volte ricordati.

Da ultimo abbiamo sottoposto all'esperimento l'acido urico nonchè l'urato acido di potassa, di soda e di ammoniaca.

Queste sostanze erano state preparate dagli escrementi di serpente e furono per maggiore precauzione sottoposte a ripetute preparazioni coi soliti metodi; e di esse furono fatte delle soluzioni sature a freddo.

Stimiamo però opportuno di passare sotto silenzio i singoli esperimenti da noi impresi confermando essi quanto gli altri autori hanno osservato, cioè che le anzidette soluzioni di acido urico e di urati hanno la proprietà di scolorare l'ioduro d'amido nonchè la soluzione di iodio.

Lo scoloramento della soluzione di iodio procede da principio con grande rapidità, in seguito lentamente e da ultimo sono necessarie parecchie ore ad ottenere un perfetto scoloramento; un mite calore facilita assai questa azione.

Fà mestieri però ricordare un fatto particolare che non fu menzionato dagli altri osservatori.

Nella soluzione di acido urico per l'aggiunta di iodio sì in piccola che in grande quantità si forma dopo 24 ore un leggerissimo precipitato cristallino incoloro. I cristalli hanno la forma di tavole rettangolari, o di cubi, o di romboedri.

Questo precipitato cristallino si ottiene più facilmente dai tre sali dell'acido urico.

Dall'urato di ammoniaca precipitano tavole rettangolari nonchè alcune forme prismatiche tinte in rosso.

Dall'urato di soda e di potassa si ottengono cristalli di forma romboidale molto allungata spesso uniti in fascetti e sempre tinti in rosso pallido che s'illanguidisce un poco per un lavamento assai prolungato.

I cristalli danno una bellissima reazione di acido urico; sospendendoli nell'acqua stillata e riscaldandoli perdono il loro colore prima ancora che si raggiunga la temperatura dell'ebollizione; il liquido si tinge in giallognolo ed in seguito i cristalli precipitano tinti di un colore giallo-paglia, in parte sformati ed in parte cangiati in tavole quadrate.

Noi crediamo che la spiegazione di questo fatto sia che l'iodio decomponendo una parte dell'acido urico si converte in acido idroiodico, questo precipita una parte dell'acido urico in forma di cristalli, i quali sono meccanicamente congiunti coll'iodio e da ciò la tinta rosea.

Abbenchè, dopo il detto più sopra, sia quasi inutile l'avvertirlo pure ricordiamo che nessuna di tutte le sostanze or ora annoverate ha un'azione sull'amido, potendo scoprirlo facilmente per l'aggiunta di iodio.

I nostri esperimenti ci dimostrarono che gli urati scolorano la soluzione di iodio più prontamente che l'acido urico senza scorgere però una differenza apprezzabile tra i varii urati.

L'azione più energica degli urati in confronto dell'acido urico si spiega e colla loro maggiore solubilità nell'acqua stillata, e perchè dalla decomposizione degli urati non solo si forma acido idroiodico, ma nello stesso tempo la base alcalina divenuta libera si combina coll'iodio.

L'acido urico nonchè gli urati erano perfettamente puri, non contenevano traccie di ammoniaca, per il che non possiamo ascrivere, come fece Castaing, la loro azione scolorante alla presenza di quest'ultima.

A togliere però ogni dubio abbiamo stimato opportuno di sciogliere questa questione a mezzo di un esperimento.

A tale scopo ci servimmo dell'apparecchio di Fresenius e Will per la determinazione dell'acido carbonico.

In un matraccio, il quale era un poco più grande di quelli ordinariamente usati, ponemmo la soluzione che si voleva esaminare, nell'altro, di grandezza ordinaria, il reagente di Nessler. Il tubo verticale che passava attraverso il turacciolo del matraccio maggiore

era un poco più lungo del solito, e la sua estremità libera stava congiunta con un apparecchio a bolle di Liebig contenente acqua stillata, che era stata prima bollita. Noi credemmo necessaria questa precauzione affinchè nel riscaldare il matraccio maggiore se vi giungeva dell' aria atmosferica questa fosse privata di quella poca ammoniaca che poteva contenere e fossero pure arrestate quelle sostanze organiche che si trovano sospese nell' aria. Sarebbe forse stato più opportuno usare dell' acido solforico, ma siccome facemmo gli esperimenti in una stanza in cui non si avea giammai per lo addietro tenuto ammoniaca o sostanze che la potessero svolgere, e l' aria attraversava le bolle di Liebig solo quando il matraccio si raffreddava e non già nel riscaldarlo, momento della massima importanza per i nostri esperimenti, abbiamo stimato del tutto superfluo l' uso di acido solforico.

Riscaldando il matraceio maggiore l'ammoniaca del liquido in esso racchiuso doveva sprigionarsi, ed attraversando il reagente di Nessler produrre un precipitato.

Dobbiamo inoltre ricordare che tanto l' acqua contenuta nelle bolle di Liebig, quanto quella in cui fu sospesa una discreta quantità di urati e di acido urico venne bollita e lasciata raffreddare in un matraccio chiuso; di più per maggiore precauzione fu prima di ogni esperimento assaggiata col reattivo di Nessler, senza che essa ci desse mai precipitato di sorta.

Riscaldando le soluzioni dell' acido urico e degli urati acidi di potassa e di soda, quantunque l' ebollizione fosse continuata per ben 10 minuti, ed il vapore acqueo uscisse dal tubo del matraccio più piccolo, pure non si osservò qualsiasi cangiamento nel reattivo di Nessler; e solo continuando l' ebollizione troppo a lungo, oppure ripetendola a più riprese, si formò in quel reagente un leggerissimo precipitato rosso-bruno.

Era interessante di conoscere da che esso dipendeva ed a tal uopo ripetemmo il medesimo esperimento con acqua stillata che era stata prima bollita e che col reattivo suddetto non dava reazione di sorta; il suo vapore, dopo ripetuta ebollizione, cagionava pure nel reagente di Nessler un leggerissimo precipitato rosso-bruno.

A noi sembra che la formazione di questo dipenda soltanto dal forte riscaldamento che soffre il reattivo quando viene attraversato dal vapore acqueo.

Terminato ciascun esperimento abbiamo lasciato raffreddare le singole soluzioni; e poscia assaggiato il loro potere scolorante sulla soluzione di iodio e sull'ioduro d'amido e trovammo che l'acido urico ed i due urati non avevano punto perduto del loro potere scolorante.

Da ultimo, dopo raffreddate, tentammo le tre soluzioni nonchè l'acqua stillata contenuta nelle bolle del Liebig col reagente di Nessler, ma indarno, niuno dei liquidi diede il precipitato caratteristico.

Noi crediamo quindi di poter asserire che nè l'acido urico nè gli urati acidi di potassa e di soda agiscono perchè ad essi stia unita dell'ammoniaca, e questa nostra conclusione è vie più convalidata dagli esperimenti ottenuti coll'urato acido d'ammoniaca.

Sottoposto questo al medesimo cimento degli altri urati non appena incomincia l'ebollizione si forma nel reattivo di Nessler un precipitato abbondantissimo giallo-bruno che si aumenta continuando l'ebollizione. L'urato acido di ammoniaca anche a freddo dà col reagente di Nessler la solita reazione.

Torna inutile il ricordare che ripetuti gli anzidetti assaggi con acqua stillata che conteneva una sì piccola quantità di ammoniaca da colorare appena la carta di tornasole si ebbe col reagente di Nessler una manifestissima reazione.

Noi crediamo quindi che il fosfato di soda, i bicarbonati di soda e di potassa, l'acido urico nonchè gli urati acidi di potassa e di soda agiscano già per se sull'ioduro d'amido e sulla soluzione di iodio senza che si abbia bisogno di ricorrere all'ammoniaca; riguardo poi all'urato acido di ammoniaca può ben essere che esso agisca tanto per l'acido urico quanto per l'ammoniaca; ma nei primi istanti in cui si fa la reazione dipende probabilmente soltanto dall'acido urico.

Siccome lo scoloramento della soluzione di iodio avviene non solo per l'acido urico od i suoi sali, ma ben anche per alcuni sali inorganici e per le sostanze coloranti così torna impossibile di determinare in questa maniera volumetricamente la quantità di acido urico contenuto nell'urina.

Noi bene sappiamo che non furono sperimentate tutte le sostanze esistenti nell'urina, ma pur troppo alcune non le avevamo a nostra disposizione nè ci era possibile il procurarcele sì presto; altre, come in particolare le sostanze coloranti, non sono ancora, non diciamo isolate, ma neppure a sufficienza conosciute; e per fermo

esse possono avere un' azione speciale sull' iodio, come sembrano dimostrarlo gli esperimenti di Schönbein.

Da ultimo insorge la questione se l'urina oltrechè per i fosfati e gli urati, non agisca eziandio per una piccola quantità di ammoniaca ch' essa contiene. Ci sarebbe quindi necessario di esaminare se l'urina normale e recente contenga traccie di questo alcali volatile, ma non avendo noi esperimenti proprii, crediamo essere miglior consiglio di non fermarci sopra una questione che fu agitata negli ultimi anni con alterna vicenda

Per terminare questi nostri studii ci resta da ultimo di sapere che cosa avvenga dell'iodio.

L'opinione sostenuta da tutti gli autori che trattarono questo argomento si è che l'iodio combinandosi coll'idrogeno si converta in acido idroiodico.

Tale si è infatti l'idea di Mauvezin, Corvisart, Gubler e Schönbein, i quali osservano che a mezzo di un acido forte quale si è appunto l'acido nitrico, si ottiene una ossidazione dell'acido idroiodico, formatosi nell'urina all'aggiunta di iodio, per il che si ha produzione di acqua e l'iodio viene posto in libertà.

Noi siamo pure di questa opinione e crediamo poter appoggiarla con le seguenti osservazioni.

La soluzione di acido urico nell'acqua, che scolorò la soluzione di iodio pure nell'acqua, ha reazione neutrale, oppure una reazione acida così debile che la carta azzurra di tornasole appena se ne accorge.

Questo liquido col nitrato d'argento dà un leggiero precipitato insolubile nell'acido nitrico e nell'ammoniaca:

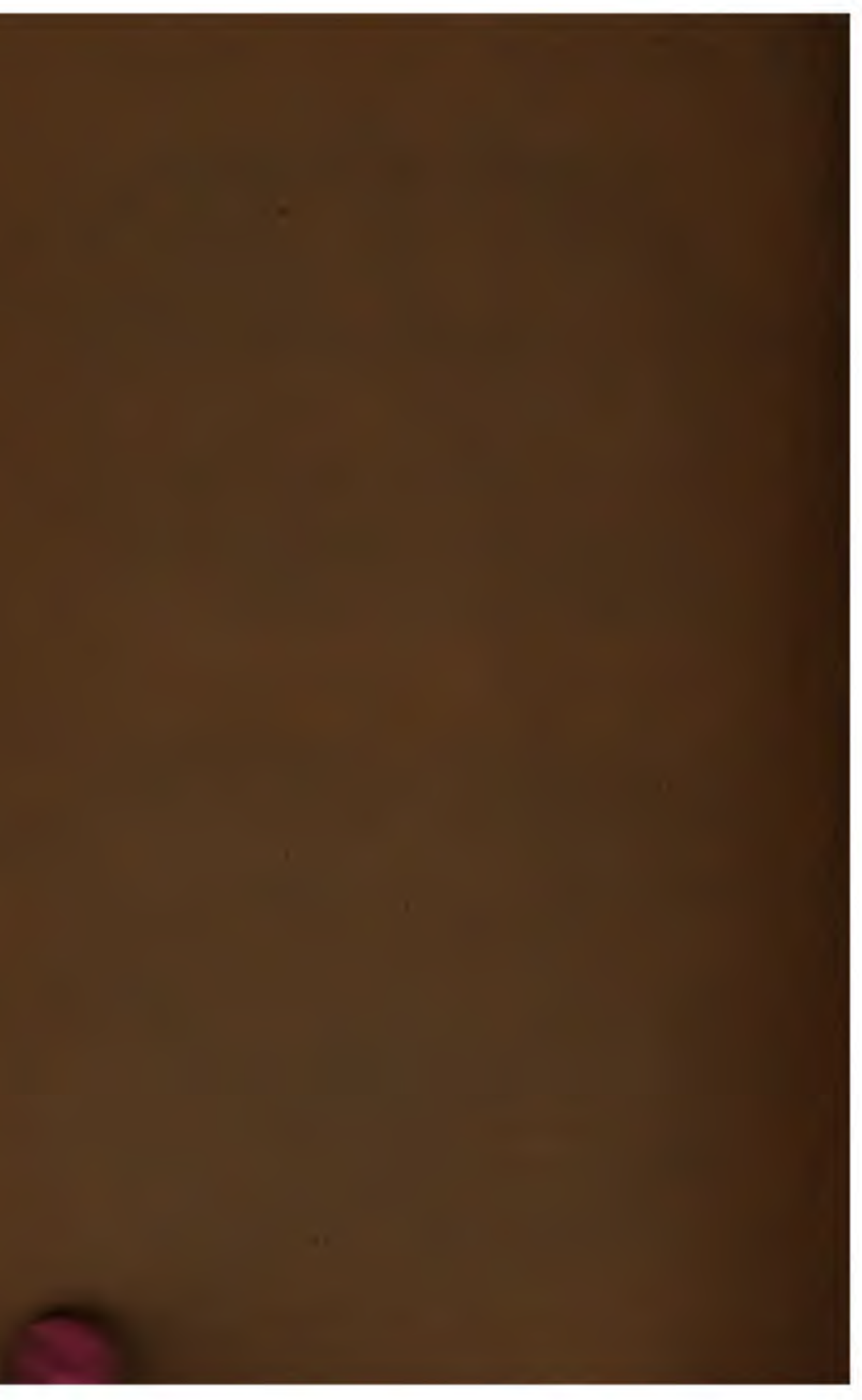
con sublimato corrosivo nessun precipitato,

con acetato basico di piombo un leggero precipitato.

Il liquido fu evaporato a mite calore fino al residuo di una piccola quantità.

Questo residuo ha reazione decisamente acida e presenta col nitrato d'argento e coll'acetato basico di piombo le reazioni caratteristiche per l'acido idroiodico.

Con sublimato corrosivo però presenta una reazione alquanto differente da quella dell'acido idroiodico puro. Questo dà col sublimato corrosivo un precipitato che diviene in brevissimo tempo di un bel colore scarlatto.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND. III. UND IV. HEFT.

Jahrgang 1866. — October u. November.

(Mit 4 Tafeln.)

ZWEITE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1867.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XX. SITZUNG VOM 4. OCTOBER 1866.

Der Secretär liest den Erlass des h. Curatoriums vom 25. August l. J., wodurch der kaiserl. Akademie eröffnet wird, daß Se. k. k. apost. Majestät mit a. h. Entschliessung vom 3. August l. J. die Wahl des Dr. Theodor Georg von Karajan zum Präsidenten der kaiserl. Akademie allergnädigst zu bestätigen, jene des Hofrathes Prof. Dr. Karl Rokitansky zum Vice-Präsidenten der Akademie zur Kenntniß zu nehmen, jene des Prof. Dr. Franz Ritter von Miklosich zum Secretär der philosophisch-historischen Classe zu genehmigen, ferner den Professor der Physik an der k. k. Universität in Wien und Director der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus Dr. Karl Jelinek zum wirklichen Mitgliede der kaiserl. Akademie für die mathem.-naturwissensch. Classe zu ernennen, endlich die Wahl des Professors an der k. k. Universität zu Wien Dr. Victor v. Lang und jene des Custosadjuncten am k. k. Hof-Mineraliencabinete Dr. Gustav Tschermak zu inländischen correspondirenden Mitgliedern der mathem.-naturw. Classe zu genehmigen geruht haben.

Der Secretär gibt ferner Nachricht von dem am 19. September l. J. erfolgten Ableben des wirklichen Mitgliedes des Herrn Hofrathes Dr. Marian Koller, ferner von dem am 21. August erfolgten Tode des correspondirenden Mitgliedes des Herrn Conservators Heinrich Freyer in Laibach.

Über Einladung des Präsidenten geben sämmtliche Anwesende ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Das h. k. k. Ministerium für Handel und Volkswirthschaft übermittelt, mit Zuschrift vom 22. September das „Bulletin" des botanischen Congresses zu Amsterdam im Jahre 1865 nebst der aus diesem Anlasse geprägten silbernen Gedenk-Medaille.

Das w. M. Herr Dr. L. Fitzinger in Pest übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Abstammung des Hundes".

Herr Prof. Dr. E. Mach in Graz übermittelt eine Fortsetzung seiner Abhandlung: „Über die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize".

Das c. M. Herr Telegraphen-Inspector Dr. H. Militzer überreicht eine Abhandlung: „Über die Verwendung einer gemeinschaftlichen Batterie für vielfache Schließungskreise“.

Herr Dr. A. Schrauf legt zwei Abhandlungen vor und zwar: *a)* „Über die optischen Werthe der Mineralvarietäten und allotroper Modificationen“, *b)* „Über die Analogien zwischen den Refractionsäquivalenten und dem specifischen Volumen“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht aus dem Jahre 1865 und April—Mai 1866. Berlin, 1866; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 15—19. Wien, 1866; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1596—1608. Altona, 1866; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden vom Solar-Jahre 1865. Wien, 1866; 4°.

Bulletin du Congrès internationale de botaniqûe et d'horticulture, réuni à Amsterdam les 7, 8, 10 & 11 Avril 1865. Rotterdam, 1866; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII. Nrs. 2—12. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 3e—13e. Livraisons. Paris, 1866; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. Dänische: Oversigt i Aaret 1864. Kjobenhavn; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 30—40. Wien, 1866; 8°.

Istituto, I. R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XIII., Parte I. Venezia, 1866; 4°.

Karajan, Th. G. v., Abraham a Sancta Clara. Wien, 1867; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 21—28. Wien, 1866; 4°.

Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde. N. R. Vde of Mei aflevering. Utrecht, 1866; 8°.

Micquel, F. A. Guil., *Annales Musei botanici Lugduno-Batavi. Tom. II., Fasc. I.—V. Amstelodami, Trajecti ad Rhenum, Lipsiae, Londini, Parisiis et Bruxellis, 1865; Folio.*

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1866. VI.—VII. Heft. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. 230°—234° Livraisons. Tome VIII, Année 1866. Paris; 4°.

Museum, Geological, of Calcutta: Memoirs of the Geological Survey of India. Vol. V. Part. 2. 8°; 3. Series. Nr. 10—13. 4°.

Reader. Nrs. 186—196, VII. Vol. London, 1866; Fol.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XVI. Band, Jahrg. 1866, Juni- u. Juli-Heft. Wien; 8°.

Schroff, Carl D., Bericht über die 500jährige Jubelfeier der Wiener Universität im Jahre 1865. Wien, 1866; 4°.

Société Royale des Sciences de Liège: Memoires. Tomes XIX° et XX°. Liège, Bruxelles & Paris, 1866; 8°.

Society, the Anthropological, of London: The Anthropological Review. Nr. 8. February 1865. London; 8°.

— The Royal Astronomical: Memoirs. Vol. XXXIII. London, 1865; 4°.

— The Royal Geographical: Journal. Vol. XXXV. 1865. London; 8°. — Proceedings. Vol. X. Nrs. 3—5. London, 1866; 8°.

— The American Philosophical: Catalogue of the Library. Part II. Philadelphia, 1866; 4°.

Verein für Landeskunde von Nieder-Österreich in Wien: Blätter für Landeskunde von Nieder-Österreich. II. Jahrg. Nr. 5—8 Wien, 1866; 8°.

— Entomologischer, in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift, redig. von Dr. G. Kraatz. Jahrg. I—VIII, und X. Jahrg. 1.—3. Heft. Berlin, 1857—1866; 8°.

Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXVI. Band, 1. & 2. Heft. (Jahrg. 1866. III & IV.) Wien; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 58—79. Wien. 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft, XV. Jahrg. Nr. 19—24. Gratz, 1866; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XVIII. Jahrg. 6. & 7. Heft. Wien, 1866; 4°.

Über die optischen Werthe der Mineralvarietäten und allotropen Modificationen.

Von Dr. Albrecht Schrauf.

Es ist schon seit längerer Zeit bekannt, daß die Topase der verschiedenen Fundorte verschiedene Axenwinkel und Brechungsexponenten besitzen, und eben dieser Fall zeigte sich durch die Untersuchungen von Descloizeaux und mir am Beryll, Apatit und mehreren anderen Mineralspecies.

Der Grund dieser Erscheinung ist meines Wissens nirgends angegeben noch gesucht worden; anfangs glaubte ich denselben in einer bedeutend variablen chemischen Zusammensetzung suchen zu müßen, allein sowohl ein sorgsames Eingehen auf die chemischen Verhältnisse, als auch die Bestimmung der fehlenden Daten für die Dichtigkeit, läßt den Grund in der Abhängigkeit der optischen Constanten von der Dichte erkennen.

Es variiren wohl die Brechungsexponenten, allein die Constanz des Refractions- und Dispersionsvermögens bewährt sich auch hier.

Bereits in einer früheren Abhandlung habe ich die Formel

$$\mu^2 = 1 + ZGD\frac{s^2v^2}{\lambda^2}X_v$$

angenommen. Aus den letzten Versuchen von Tyndall kann — wie ich an einem andern Orte ausführlich begründen werde — geschlossen werden, daß sich sowohl die Intensität als auch die verzögernde Kraft als eine Function von der Wellenlänge betrachten lassen. Führt man sowohl die Erwägungen als auch die Begriffe und Zeichen von Refractions- und Dispersionsvermögen in der obigen Formel ein, so erhält man schließlich die Gleichung

$$\mu^2 = 1 + D\left[M + \left(\frac{N}{\lambda}\right)^2\right] = \mathfrak{R}^2 + \frac{\mathfrak{L}^2}{\lambda^2}$$

in welcher ZG den Charakter einer Constanten an sich trägt und vernachlässigt ward. Die Formel selbst mag vorderhand als eine empirische angesehen werden.

Um jedoch eine Berechnung vornehmen zu können, sind für Krystalle einige Vorbestimmungen nöthig. Man besitzt nämlich für die Krystalle blos die Angabe einer mittleren Dichte, wie sie aus den Volumsbestimmungen folgt und von drei Brechungsexponenten.

Um beide Daten homogen zu machen, kann man entweder aus den Brechungsexponenten die Dichte nach den drei Axenrichtungen die sogenannte „axiale Dichte", oder aus den drei Exponenten einen „mittleren" Werth derselben, entsprechend der mittleren bekannten Dichte zu berechnen versuchen.

Um die Anwendbarkeit der obigen Formel selbst zu prüfen, kann man beispielsweise für Topas aus den bekannten Daten — mittlere Dichte und den drei Brechungsexponenten — vorerst einen mittleren Werth des Refractionsvermögens und hieraus die drei Werthe der axialen Dichte berechnen. Geht man mit letzterem in die drei Dispersionscoëfficienten ein, so müssen die erhaltenen drei Werthe des Dispersionsvermögens ident sein.

Die Zahlen lauten:

Topas.

$\alpha_B = 1\cdot61791$	$\alpha_H = 1\cdot63506$	$\sqrt{(1 + D_\alpha M)} = 1\cdot60937$
$\beta_B = 1\cdot61079$	$\beta_H = 1\cdot62745$	$\sqrt{(1 + D_\beta M)} = 1\cdot60238$
$\gamma_B = 1\cdot60440$	$\gamma_H = 1\cdot62539$	$\sqrt{(1 + D_\gamma M)} = 1\cdot60031$
$D = 3\cdot50$	ger. $M = 0\cdot0005812$	$D_\alpha = 3\cdot5397$
		$D_\beta = 3\cdot4876$
		$D_\gamma = 3\cdot4717$

Mittelst dieser axialen Dichte berechnet sich aus den Dispersionscoëfficienten die Werthe von N^2

$D_\alpha N^2 = 0\cdot01329$	$D_\alpha = 3\cdot5397$	$N^2_\alpha = 0\cdot0048542$
$D_\beta N^2 = 0\cdot01303$	$D_\beta = 3\cdot4876$	$N^2_\beta = 0\cdot0048302$
$D_\gamma N^2 = 0\cdot01300$	$D_\gamma = 3\cdot4717$	$N^2_\gamma = 0\cdot0048398$

welche unter sich vollkommen übereinstimmen.

Da die Formel also genügt um die optischen Erscheinungen zu umfassen, kann dieselbe auch bei den Mineralvarietäten angewendet werden.

Die optischen Beobachtungen an nachfolgenden Mineralvarietäten sind von Rudberg, Heusser, Descloizeaux und von mir. Die Volumsbestimmungen sind an den von mir optisch untersuchten Prismen von mir selbst, an zahlreichem übrigem Materiale um große Genauigkeit zu erreichen, von meinem Freunde und ehemaligen Hörer, Herrn Arist. Brezina bestimmt worden.

Topas. Die Messungen Rudberg's beziehen sich auf brasilianischen Topas, die von Heusser auf Schneckensteiner Vorkommnisse; wegen der Mangelhaftigkeit der letzteren ist nur $\mu\rho$ zu benützen. Da von den erwähnten Autoren keine Angaben über die Dichte der Originalstücke vorliegen, ist von vorneherein eine strenge Übereinstimmung nicht zu erwarten. Die angeführten Zahlen stimmen jedoch ganz gut mit den Mittelwerthen größerer Reihen von Messungen.

Br. T.	$D = 3\cdot5332$	$\alpha = 1\cdot62408$	$\beta = 1\cdot61668$	$\gamma = 1\cdot61452$
Sn. T.	$= 3\cdot5582$	$= 1\cdot62898$	$= 1\cdot61965$	$= 1\cdot61800$

Br. T.	$M_\alpha = 0\cdot0006014$	$M_\beta = 0\cdot0005905$	$M_\gamma = 0\cdot0005879$
Sn. T.	$= 0\cdot0006008$	$= 0\cdot0005898$	$= 0\cdot0005878$

Br. T.	ger. mittl. $\mu = 1\cdot61905$	ger. mittl. $M = 0\cdot0005933$
Sn. T.	$= 1\cdot62221$	$= 0\cdot0005928$

Apatit. An Exemplaren von Zillerthal *(Z)* beobachtete Heusser, an solchen von Jumilla *(J)*, ich die Brechungsexponenten.

J	$D = 3\cdot221$	$\omega = 1\cdot63896$	$\varepsilon = 1\cdot63448$
Z	$= 3\cdot240$	$= 1\cdot64607$	$\varepsilon = 1\cdot64172$

J	$M_\omega = 0\cdot0006769$	$M_\varepsilon = 0\cdot0006710$	ger. mitt. $M = 0\cdot0006749$
Z	$= 0\cdot0006821$	$= 0\cdot0006769$	$= 0\cdot0006803$

Beryll. Für diese Species sind im Nachfolgenden meine Beobachtungen zu Grunde gelegt, welche, da sie μ_A und μ_H geben, über die Dispersion ein annäherndes Urtheil und durch deren Elimination die Berechnung des bloßen Refractionscoëfficienten $\mathfrak{R} = \sqrt{1 + DM}$ gestatten.

Bedeutet *N* das Vorkommen von Nertschinek, *E* von Elba, *Gr* von Graõ Mogor, *Sm* von Smaragd aus Peru, so ist

	D	ε	ω	ger. mitt. $\mathfrak{R}$	ger. mitt. M
N.	2·6843	1·56165 1·58393	1·56630 1·58818	1·5536	0·0006869
E.	2·6952	1·56450 1·58261	1·57028 1·58884	1·5597	0·0006879
Gr.	2·7255	1·57148 1.59542	1·57762 1·60321	1·5631	0·0006891

Man kann aber auch die Messungen von Descloizeaux benützen, wodurch sich folgende Zusammenstellung ergibt. Die Zahlen beziehen sich auf $\mu_{\gamma\rho}$.

	D	$\varepsilon_{\gamma\rho}$	$\omega_{\gamma\rho}$	gr. mitt. μ
N.	= 2·6842	= 1·5696	= 1·5742	= 1·57274
E.	= 2·6952	= 1·5715	= 1·5771	= 1·57523
Gr.	= 2·7255	= 1·5796	= 1·5868	= 1·58447
Sm.	= 2·6986	= 1·5780	= 1·5841	= 1·57884

	M_ε	M_ω	ger. mitt. M
N.	= 0·0007050	= 0·0007120	= 0·0007097
E.	= 0·0007050	= 0·0007134	= 0·0007106
Gr.	= 0·0007092	= 0·0007201	= 0·0007164
Sm.	= 0·0007139	= 0·0007615	= 0·0007456

Dichroit. Schließlich lassen sich die Beobachtungen von Descloizeaux und mir am Dichroit von *C*, Ceylon, und *O*, Orijarfvi, benützen.

C $D = 2·5748$ $\alpha_\rho = 1·543$ $\beta_\rho = 1·542$ $\gamma_\rho = 1·537$
ger. mitt. $\mu = 1·54069$

O $D = 2·5824$ $\alpha_\rho = 1·541$ $\beta_\rho = 1·537$ $\gamma_\rho = 1·533$
ger. mitt. $\mu = 1·53730$

C $M_\alpha = 0·0006934$ $M_\beta = 0·0006902$ $M_\gamma = 0·0006840$
ger. mitt. $M = 0·0006898$

O $M_\alpha = 0·0006867$ $M_\beta = 0·0006838$ $M_\gamma = 0·0006770$
ger. mitt. $M = 0·0006825$

Vergleicht man die in den vorhergehenden Beispielen gerechneten Brechungsvermögen für die aufgeführten Mineralvarietäten, so ist die Übereinstimmung durchgehends eine sehr nahe, so daß man — vielleicht mit Ausnahme von Smaragd — an die Identität der

Materie zu glauben gezwungen ist. Es zeigen alle diese angeführten Beispiele deutlich, daß die Varietäten der optischen Eigenschaften der verschiedenen Mineralvorkommnisse nur Folge der verschiedenen Dichte ist.

Im Mineralreiche treten aber noch Allotropien wie die des kohlensauren Kalkes, die der Titansäure auf, welche glücklicherweise optisch bestimmt, sich berechnen lassen, und dadurch sowohl für die Theorie der Allotropien, als auch für die hierselbst verfolgten Zwecke von Wichtigkeit sind.

Da jeder chemischen Verbindung eine besondere Krystallgestalt entsprechen soll, so sind diese Allotropien wahrhafte Ausnahmen und es stellt sich die Frage ein: ob, trotz chemischer Identität nicht eine atomistische Änderung des Stoffes — genügend, auch das Licht zu afficiren [1]) — die krystallographische Ausbildung verursacht habe.

Wäre hingegen die Substanz bezüglich ihrer Atomistik ident geblieben, und nur etwa im multiplen Äquivalentsverhältnisse aufgetreten, dann muß die obige Formel auf sie anwendbar und die für mittlere Werthe der Brechungsexponenten gerechneten Brechungs- und Dispersionsvermögen M und N gleich sein.

Arragonit, Calcit.

C. $D = 2 \cdot 73$ $\omega_B = 1 \cdot 65308$ — $\varepsilon_B = 1 \cdot 48391$
$\omega_H = 1 \cdot 68330$ — $\varepsilon_H = 1 \cdot 49780$

A. $D = 2 \cdot 94$ $\alpha_B = 1 \cdot 68061$ $\beta_B = 1 \cdot 67631$ $\gamma_B = 1 \cdot 52749$
$\alpha_H = 1 \cdot 71011$ $\beta_H = 1 \cdot 70509$ $\gamma_H = 1 \cdot 54226$

Aus diesen Zahlen folgten nachstehende gerechnete mittlere Werthe zur Vergleichung:

C. $\sqrt{1 + DM} = 1 \cdot 5801$ $M = 0 \cdot 0007185$
$DN^2 = 0 \cdot 001931$ $N^2 = 0 \cdot 00904$

A. $\sqrt{1 + DM} = 1 \cdot 6178$ $M = 0 \cdot 0007115$
$DN^2 = 0 \cdot 001923$ $N^2 = 0 \cdot 00845$

Ausser dieser Gruppe Arragonit und Calcit existirt in schönen Krystallen auch die trimorphe Gruppe der Titansäure: Anatas, Brookit und Rutit. Wohl ist Brookit nicht bestimmt, allein für Anatas

[1]) Vergl. meine demnächst erscheinenden Optischen Studien.

habe ich, für Rutil hat Pfaff (Pogg. Ann. 127) die Brechungsexponenten bestimmt.

Berechnet man aus diesen Angaben die mittleren Werthe, so zeigt sich das Refractionsvermögen beider Minerale gleich

Anatas, Rutil.

A. $D = 3 \cdot 95$ $\omega = 2 \cdot 511$ $\varepsilon = 2 \cdot 475$
R. $= 4 \cdot 20$ $= 2 \cdot 516$ $= 2 \cdot 650$
A. ger. mitt. $\mu = 2 \cdot 499$ ger. mitt. $M = 0 \cdot 0017167$
R. $= 2 \cdot 560$ $= 0 \cdot 0017098$

Aus den bisherigen Untersuchungen folgte aber, daß durch das Brechungsvermögen die verzögernde Kraft der Materie dargestellt wird, daß somit von der Gleichheit der Function M (in Verbindung mit den chemischen Merkmalen) auf die Identität der Materie, auch bezüglich der Moleculargruppirung geschlossen werden darf.

Wendet man dies auf die Theorie der allotropen Stoffe an, so muß man noch vorausschicken, daß, analog wie jeder chemischen Verbindung nur eine Krystallform angehört, auch jeder Stoff nur eine specielle, ihm angehörende und denselben charakterisirende moleculare Formel besitzt [1].

Da sich also für die obigen allotropen Gruppen identes Refractionsvermögen, d. i. Einwirkung der Materie auf das Licht, zeigt, so kann man mit Gewißheit voraussetzen, daß die Ursache dieser Allotropien nicht in einer atomistischen Änderung der Materie, sondern nur in dem Auftreten verschiedener Äquivalente derselben identer Materie zu suchen ist.

Für die Zwecke der Mineralogie lassen diese Untersuchungen noch ausserdem erkennen, daß diese Mineralspecies, welchen noch manche, hier nicht erwähnte, namentlich aber Glimmer, beizuzählen sind, trotz einiger durch die Individualität des Fundorts hervorgebrachter Verschiedenheiten, nicht auf Grund optischer Variationen in Unterabtheilungen zerfällt werden dürfen, indem die stattfindenden

---

[1] Jede chemische Verbindung wird bestimmt durch einen bestimmten physikalischen Charakter, eine Krystallgestalt, durch eine chemische Formel.

Man könnte Isomorphie und Polymerie in eine Reihe stellen, und sich isomorphe Körper als variable Multipla einer Grundgestalt denken. Wahre Isomerien identer Materie existiren nicht.

Änderungen, wenn auch scheinbar regellos, doch nur Ausfluss eines bekannten Gesetzes sind.

Das Vorkommen von Allotropien beschränkt sich aber nicht auf die unorganische Natur, sondern noch mehr Beispiele wenn auch unter dem Namen der Isomerie sind in den organischen Reihen.

Von den letzteren habe ich bereits vor einiger Zeit (in Pogg. Ann.) die Beobachtungsdaten mitgetheilt, kann daher hier wohl im Kurzen die Werthe des Refractions- und Dispersionsvermögens mittheilen. Sind obige Erwägungen bezüglich der optischen Werthe von Polymerien richtig, so müssen auch die Zahlen von M und N ident sein:

Es sind auch in nachstehenden

		M	N^2
{Aldehyd	C_2H_4O	= 0·001239	= 0·01416
{Buttersäure	$C_4H_8O_2$	= 0·001243	= 0·01376
{Aceton	C_3H_6O	= 0·001345	= 0·01576
{Capronsäure	$C_6H_{12}O_2$	= 0·001351	= 0·01535
{Valeral	$C_5H_{10}O$	= 0·001451	= 0·01672
{Valerians. Amyl	$C_{10}H_{20}O_2$	= 0·001450	= 0·01630

die Werthe gruppenweise einander gleich. Man kann daher annehmen, die in diesen Stoffen auftretende Materie ist ident nur im wechselnden Multiplum gebunden.

Anders zeigen sich die Verhältnisse bei den organischen Isomerien. Den früheren Entwicklungen zufolge können diese Isomerien entweder als Polymerien der identen Materie betrachtet werden, oder sie sind procentuale Isomerien (möglich auch Polymerien), in welchen jedoch die Materie nicht mehr ident ist, sondern die auftretenden Grundstoffe Modificationen erlitten haben. Man könnte diesen letzten Fall, um ihn sowohl von den früher besprochenen Allotropien, als auch von den Polymerien oder Metamerien einer identen Materie zu trennen mit dem Worte Allomerie bezeichnen. Alle meine früheren minder präcis vorgetragenen Sätze über diesen Gegenstand ziehe ich zurück.

Durch Vergleichung der Refractions- und Dispersionsäquivalente $\mathfrak{M}$ und $\mathfrak{N}$ läßt sich das Vorkommen beider Annahmen in der Natur beweisen.

Die Derivaten der Fettsäuren und deren Methylverbindungen sind Metamerien analogen chemischen und physikalischen Charakters, könnten daher eventuell als Polymerien betrachtet werden.

Die Zahlenwerthe sind:

		𝔐	𝔑
{ Propionsäure	$C_3H_6O_2$	0·0859	8·325
{ Essigsaures Methyl	$C_3H_6O_2$	0·0873	8·345
{ Valeriansäure	$C_5H_{10}O_2$	0·1333	12·372
{ Propions. Aethyl	$C_5H_{10}O_2$	0·1327	12·161

Allein die Identität des optischen Charakters beschränkt sich nur auf diese und ähnliche Fälle analoger, durch Derivation auseinander entstandener chemischer Verbindungen. Höhere selbständige Verbindungen, selbst wenn sie bisher als isomer angesehen wurden, haben verschiedene optische Werthe, und daher auch nothwendiger Weise auch verschiedene Molecularzustände der Materie

		𝔐	𝔑
{ Mandelöl	$C_{10}H_{18}O$	0·2449	21·835
{ Cajeputöl	$C_{10}H_{18}O$	0·2344	30·960
{ Anilin	C_6H_7N	0·1605	31·550
{ Picolin	C_6H_7N	0·1472	17·880

und ähnliche Fälle lassen sich bereits aus der Kenntniß der höheren procentual-isomeren Reihen angeben und ich verweise bezüglich derselben auf die Capitel XI, XIII, X, IV meiner optischen Studien.

Hiemit scheint meine Ansicht über die Allomerien mehr als genügend gerechtfertigt.

Über die Analogien zwischen dem Refractionsäquivalent und dem specifischen Volumen.

Von **Dr. Albrecht Schrauf.**

Aus der bekannten für den Brechungsexponenten geltende Formel,

$$\mu^2 = 1 + DM + \frac{DN^2}{\lambda^2} = \mathfrak{R}^2 + \frac{\mathfrak{D}^2}{\lambda^2},$$

sowie aus den früheren Entwicklungen über das Brechungsvermögen folgt nach Elimination der Dispersion der Ausdruck

$$M = \frac{\mathfrak{R}^2 + 1}{D} = VXv$$

in welchen V das Volumen der Masseneinheit, Xv die Function der verzögernden Kraft ist.

Im Früheren habe ich bereits dargelegt, daß das Volumen hier angesehen als ein Ausdruck für die moleculare Anordnung und durch Zahl und Größe der Atome GZ als optische Atomzahl, bezeichnet werden kann.

Die Formel läßt jedoch vermuthen, daß dennoch Relationen vorhanden sein werden, und es wäre aus ihr zu folgern

$$\mathfrak{M} = PM = PVX = \frac{P}{D}\, X = (\text{Sp. Vol.})\; X_v$$

in welchem der Ausdruck für die verzögernde Kraft (nach frühern für alle Grundstoffe gleich) vernachläßigt werden dürfte.

Die durch 2) angegebene Identität von Refractionsäquivalent und specifischen Volumen ist jedoch theoretisch unmöglich, da dieß zur Gleichung

$$\mathfrak{R}^2 - 1 = X_v = 1$$

führen würde.

Trotz dieser Einwendungen treten dennoch sowohl bei den Grundstoffen als auch bei den organischen Reihen Analogien zwischen

specifischem Volumen und dem Refractionsäquivalent auf, welche ich im Nachfolgenden hervorheben will.

Zu bemerken ist, daß die Zahlen für das Refractionsäquivalent $\mathfrak{M}$ durchwegs auf die Dichte der Luft als Einheit reducirt sind, während dieselbe nur für das Volumen der Grundstoffe, für die Rechnung des Volum der organischen Reihen hingegen das Wasser als Einheit gesetzt wird.

Die Grundstoffe haben entweder ein gleiches oder multiples Volumen von der Zahl 7·22.

		Dg	(Sp. V.)		$\mathfrak{M}$	($\mathfrak{M}$)
Wasserstoff	H = 1	0·069	14·44	(2)	4050	(1)
Sauerstoff	Θ = 16	1·108	14·44	(2)	7824	(2)
Stickstoff	N = 14	0·969	14·44	(2)	8428	(2)
Schwefel	S = 32	773×2·06	$\frac{20\cdot03}{1000}$	(3)	64542	(16)
Phosphor	P = 31·5	773×1·82	$\frac{21\cdot90}{1000}$	(3)	75547	(19)

Während die Volumina der gasförmigen Stoffe gleich sind, zeigen sich die Refractionsäquivalente, wenn man die offenbaren Fehler bedenkt, in dem Verhältniß 1 : 2 : 2.

Auffallend ist bei Berechnung der Volumen der festen Körper Schwefel und Phosphor, daß bei Annahme der Luft als Einheit der Dichte das specifische Volum als ein nahes Multiplum der Zahl 7·22 auftritt jedoch mit dem Factor 1000, einem Factor, welcher auch bei den nachfolgenden Permutationen eine Rolle zu spielen scheint.

Die Refractionsäquivalente von Schwefel und Phosphor sind ebenfalls Multipla der Zahl für Wasserstoff.

Weitere und viel auffallendere Analogien ergeben sich jedoch bei den organischen Reihen.

Bei festen Körpern läßt sich ja voraussichtlich nur dann eine gewiße Gesetzmäßigkeit erkennen, wenn die Bildung eine nahezu gleiche ist, und diese Bedingung wird in vollkommener Weise nur von den organischen Reihen erfüllt. Es hat daher auch dieselben bereits Kopp benützt um an denselben die für das specifische Volumen geltenden Gesetze aus zahlreichen Beobachtungen (die auch im Nachstehenden angeführt) abzuleiten. Die Beobachtungen beziehen sich auf die Dichte des Wassers, gelten aber nicht für 0°, sondern für den entsprechenden Siedepunkt.

Bereits in einer früheren Abhandlung habe ich zahlreiche Daten an organischen Reihen zusammengestellt und führe von denselben hier das Refractionsäquivalent $\mathfrak{M}$ an.

Vergleicht man die in den Columnen $\mathfrak{M}$ und specifischen Volumen gegenüberstehenden Zahlen, so ist die Übereinstimmung beider eine vollkommene und beinahe überraschende.

		Refract.-Äquiv.	Spec. Vol.
Methylalkohol	$ЄH_4Θ$	0·0387	40·8
Äthylalkohol	$Є_2H_6Θ$	0·0617	61·8
Amylalkohol	$Є_5H_{12}Θ$	0·1307	128·8
Äthyläther	$Є_4H_{10}Θ$	0·1075	106·4
Propionsäure	$Є_3H_6Θ_2$	0·0855	85·4
Valeriansäure	$Є_5H_{10}Θ_2$	0·1333	131·2
Önanthylsäure	$Є_7H_{14}Θ_2$	0·1810	173·6
Essigs. Aethyl	$Є_4H_8Θ_2$	0·1077	107·5
Valerians. Aethyl	$Є_7H_{14}Θ_2$	0·1787	173·5
Aldehyd	$Є_2H_4Θ$	0·0545	56·0
Buttersäure	$Є_4H_8Θ_2$	0·1093	107·8
Aceton	$Є_3H_6Θ$	0·0774	77·3
Capronsäure	$Є_6H_{12}Θ_2$	0·1568	148·7
Valeral	$Є_5H_{10}Θ$	0·1248	120·3
Valeriansaures Amyl	$Є_{10}H_{20}Θ_2$	0·2494	244·1
Anhydr. Essigs.	$Є_4H_6Θ_3$	0·1101	110·1
Kohlens. Aethyl	$Є_5H_{10}Θ_3$	0·1382	138·8

Die beiden Zahlenreihen, gefunden durch zwei verschiedene Methoden, getrennt durch Zeit und Ort zeigen eine so auffallende Übereinstimmung, daß man versucht wird, dieselbe als zufällig hinzustellen.

Man könnte wieder auf den schon früher erwähnten Fall zurückgreifen, daß

$$\frac{\mu^2 - 1}{D} = (\mu^2 - 1)\, V$$

ist und daß für $\mu = 1·4$ der Ausdruck $(\mu^2 - 1)$ der Einheit nahekommt. Allein dieser Einwendung steht die Thatsache gegenüber, daß die Gleichung im vorliegenden Falle nicht aufstellbar ist, da auf beiden Seiten nicht die gleiche Einheit der Dichte benützt ist. Der

Nenner von (μ^2-1) ist für das Refractionsäquivalent $773 \times Df$; während das specifische Volumen der reciproke Werth von Df direct ist.

Wie früher bei S und P tritt auch hier der Factor 1000 auf, welcher die Werthe von $\mathfrak{M}$ und sp. V gleich machen würde.

Diese aufgezählten Analogien vermag nur das von mir aufgestellte Refractionsäquivalent darzubieten und ich betrachte dieselben als wesentliche Stütze meiner Ansicht, namentlich gegenüber der sogenannten Biot'schen Formel (vergl. frühere Abhandlung).

Die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen $\mathfrak{M}$ und V beschränken sich jedoch nicht auf die aufgezählten Fälle, sondern ziehen sich durch das ganze Gebiet der organischen Reihen, und die auftretenden Condensationen treffen Volumen und Refraction gleichmäßig, jedoch wie ich von der früheren Theorie der optischen Atomzahlen als bekannt voraussetzen kann, im reciproken Verhältniß.

Geht man nämlich die physikalischen Werthe der höheren kohlenstoffreicheren Reihen durch, so erkennt man bald, daß dieselben nicht von denselben Werthen der Grundstoffe wie etwa die niederen Reihen, abgeleitet werden können, sondern zu ihrer Erklärung Modificationen der Elemente vorausgesetzt werden müßen. Alle Theoretiker auf dem Gebiet des specifischen Volums haben dies zugegeben und ich selbst (Pogg. Ann.) nach dem damaligen Stand der Kenntniß der Beobachtungen möglichst genau für die optischen Werthe bewiesen. Auf letzterem Gebiet bin ich wohl durch Vervollständigung des Beobachtungsmaterials zu besser gegliederten und genau mit den Beobachtungen stimmenden Formeln gelangt, habe die Theorie der Condensationen jedoch wieder für bestätigt gefunden.

Die optischen Werthe, sowohl Refraction als auch Dispersion der niederen ƟHƟ-hältigen organischen Reihen namentlich der in früherer Tabelle angegebenen Stoffe berechnen sich mit Annahme der Condensation $^4/_4$ für Kohlenstoff, in der Modification Diamant aus

	Refract.-Äquiv.	Disp.-Äquiv.
$Ɵ^{3/4}$	$=0\cdot0153$	$=1\cdot75$
H_2	$=0\cdot0081$	$=0\cdot25$
Ɵ	$=0\cdot0085$	$=1\cdot25.$

Führt man eine Zusammenstellung von Beobachtung und Rechnung für einige der früher angegebenen Stoffe hier an, so ersieht man deutlich die Übereinstimmung.

	Beobachtung		Rechnung	
	𝔐 =	𝔑 =	𝔐 =	𝔑 =
Propionsäure	0·0859	8·325	0·0872	8·5
Buttersäure	0·1093	10·32	0·1106	10·5
Önanthylsäure	0·1810	16·360	0·1808	16·5
Äthylalkohol	0·0617	5·4	0·0634	5·5
Amylalkohol	0·1331	11·2	0·1336	11·5
Valeral	0·1248	11·12	0·1255	11·25
Valerians. Amyl	0·2494	21·9	0·251	22·5
Anhydr. Essigs.	0·1101	11·2	0·1110	11·5

Die Übereinstimmung der Zahlen für Rechnung und Beobachtung ist eine sehr gute und es wäre daher — in Folge der in früherer Tabelle bewiesenen Analogie zwischen 𝔐 und sp. V — auch möglich, mit denselben Werthen die Grundstoffe auch das specifische Volumen zu berechnen.

Hiervon wurde jedoch abgestanden und da nach Früherem auch die festen Grundstoffe Multipla von 7·22 sind, ein analoges Vorgehen beobachtet. Es ward gesetzt

$$\text{Spec. Vol.}\begin{cases} C^{2/4} = 1\ (14.44) = 14.44 \\ \Theta = {}^3/_4\ (14\cdot44) = 10\cdot83 \\ H_2 = {}^1/_2\ (14\cdot44) = 7\cdot22 \end{cases}$$

Vergleicht man die mit Zugrundelegung dieser Zahlen erhaltenen Resultate mit der Beobachtung, so ist die Übereinstimmung vollkommen. Es ist das specifische Volum von

	beobachtet	berechnet
Methylalkohol	V = 40·8	= 39·71
Äthylalkohol	61·8	61·37
Amylalkohol	128·8	126·35
Propionsäure	85·4	86·64
Valeriansäure	131·2	129·96
Onanthylsäure	173·6	173·28
Aceton	77·3	76·01
Capronsäure	148·7	151·62
Valeral	120·3	119·33
Valeriansaures Amyl	244·1	238·26
Anhydr. Essigsäure	110·1	111·91

Die hier angenommenen Werthe der Grundstoffe unterscheiden sich wesentlich von den bisher in Gebrauch gewesenen. Kopp hat bekanntlich für $C = 11 \cdot 0$, $H_2 = 11 \cdot 0$, Θ im Radical $= 12 \cdot 2$, Θ außerhalb des Radicals $7 \cdot 8$ gesetzt. Loschmidt hat in seiner wichtigen Untersuchung über die Größe der Luftmolecüle $C = 11$, $\Theta' = 11$, $H = 7$ und im Radical Phenyl für $C_6\,H_6$ statt 84 den Werth 72 angenommen.

Geht man von den niederen Reihen zu den höheren kohlenstoffreicheren Verbindungen über, so ergibt sich die Nothwendigkeit Condensationen zu adoptiren. Wie ich in Pogg. Ann. einst nachgewiesen, steigt auch mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt der optische Werth des freien, nicht an Θ oder H_2 gebundenen C. Im reciproken Verhältniß hiermit nimmt das specifische Volumen ab. Man kann daher ein Schema aufstellen

	Specif. Vol.	Refract.-Äquiv.	Dispers.-Äquiv.
Θ	$= 10 \cdot 83$	$= 0 \cdot 0085$	$= 1 \cdot 25$
H_2	$7 \cdot 22$	$0 \cdot 0081$	$0 \cdot 25$
$C^{1/2}$	$21 \cdot 66$	$0 \cdot 0102$	$1 \cdot 20$
$C^{3/4}$	$14 \cdot 44$	$0 \cdot 0153$	$1 \cdot 75$
C^{1}	$10 \cdot 83$	$0 \cdot 0204$	$2 \cdot 35$
$C^{5/4}$	$9 \cdot 02$	$0 \cdot 0250$	$4 \cdot 50$
$C^{6/4}$	$7 \cdot 22$	$0 \cdot 0300$	$9 \cdot 00$
$C^{7/4}$	$6 \cdot 31$	$0 \cdot 0350$	$13 \cdot 50$

Geht man mit Zugrundelegung solcher Werthe an die Untersuchung der höheren Reihen, so kann man empyrische Constitutionsformeln aufstellen, welche zugleich das chemische Affinitätsverhalten und die Derivation der einzelnen Verbindungen möglichst darstellt.

Einen analogen, wenn auch nur genäherten Versuch habe ich in Pogg. Ann. gemacht, um hier nun nicht die zahlreichen Rechnungsdaten und Combinationen nochmals, wenn auch vielleicht mit einzelnen Modificationen anzuführen, kann ich mich wohl beschränken auf die Anführung der empyrischen Formel. Deren Ableitung habe ich ausführlich im II. Theil meiner optischen Studien versucht.

Nach meinen vielfachen Versuchen halte ich nachstehende optische Constitutionsformeln für die — dem gegenwärtigen Beobachtungsmaterial sich am meisten anschließenden, und zwar für die Homologen der Reihe des

Benzol	$= [3\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{C}_2^{4/4} + \mathrm{C}^{5/4}]$
Phenol	$= [3\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{5/4}]$
Benzylalkohol	$= [3\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{H}_2\Theta + \mathrm{C}_2^{4/4} + \mathrm{C}_2^{5/4}]$
Benzoilaldehyd	$= [3\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{4/4} + \mathrm{C}_2^{6/4}]$
Benzoesäure	$= [2\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{H}_2\Theta + \mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{4/4} + \mathrm{C}_2^{5/4}]$
Nelkensäure	$= [5\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{H}_2\Theta + \mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{5/4}]$
Salicyligsäure	$= [3\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + 2\mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{6/4}]$
Salicylsäure	$= [2\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{H}_2\Theta + 2\mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{4/4} + \mathrm{C}^{7/4}]$
Zimmtsäure	$= [3\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2 + \mathrm{H}_2\Theta + \mathrm{C}^{3/4}\Theta + \mathrm{C}_2^{3/4} + \mathrm{C}_2^{4/4} + \mathrm{C}^{7/4}]$.

Aus diesem Schema lassen sich durch *n*-malige Hinzufügung des Werthes des Increments $[\mathrm{C}^{3/4}\mathrm{H}_2]$ sowohl die homologen Glieder der Reihe als auch die Aethylverbindungen darstellen. Das Schema zeigt zugleich an, wie durch die chemische Wanderung der Θ und H_2-Atome die Condensation von C bedingt ist und gibt hierdurch eine Erklärung der von mir Allomerien genannten Modificationen.

Vergleicht man nur vorerst die Rechnung der optischen Werthe des Refractionsäquivalentes $\mathfrak{M}$ und des Dispersionsäquivalentes $\mathfrak{N}$ mit den Beobachtungen, so ist die erzielte Übereinstimmung eine genügende und wie auch viele Versuche lehrten die am meisten genäherte:

		Beob. $\mathfrak{M}$	Beob. $\mathfrak{N}$	Gerechn. $\mathfrak{M}$	Gerechn. $\mathfrak{N}$
Benzol	$\mathrm{C}_6\mathrm{H}_6$	0·1334	15·5	0·1360	15·0
Cymol	$\mathrm{C}_{10}\mathrm{H}_{14}$	0·2266	23·2	0·2296	23·0
Phenylsäure	$\mathrm{C}_6\mathrm{H}_6\Theta$	0·1470	18·8	0·1491	18·5
Cresyligsäure	$\mathrm{C}_7\mathrm{H}_8\Theta$	0·1725	20·5	0·1740	21·1
Benzoilaldh	$\mathrm{C}_7\mathrm{H}_6\Theta$	0·1672	23·5	0·1648	22·5
Benzoes. Äthyl	$\mathrm{C}_9\mathrm{H}_{10}\Theta_2$	0·2198	27·1	0·2248	26·0
Nelkensäure	$\mathrm{C}_{10}\mathrm{H}_{12}\Theta_2$	0·2552	32·6	0·2574	32·5
Salicyligs.	$\mathrm{C}_7\mathrm{H}_6\Theta_2$	0·1774	31·1	0·1778	30·0
Methylsalicyl.	$\mathrm{C}_8\mathrm{H}_8\Theta_3$	0·2084	31·0	0·2012	31·5

Die Übereinstimmung zwischen der Rechnung und Beobachtung ist wohl eine nahe, allein daß würde keine unbedingte Bestätigung von empyrischen Formeln sein. Ein wirklicher Werth wird denselben, wie ich glaube, dadurch verliehen, daß sie es auch möglich machen, die Beobachtungen des specifischen Volumen an diesen Reihen genau darzustellen. Es ist hier wohl nochmals zu erwähnen, daß die Werthe der Condensationen von C für $\mathfrak{M}$ und sp. V. im einfachen reciproken Verhältniß stehen.

Berechnet man also für die obigen Stoffe (hierzu noch Cuminol $C_{10}H_{12}O_2$ und zimmtsaures Aethyl. $C_{11}H_{12}O_2$ genommen) die specifischen Volumina und vergleicht diese Rechnungsdaten sowohl mit den Beobachtungen Kopp's, als auch mit den Rechnungresultaten von Kopp und Loschmidt, so ist der mittlere Fehler für die obigen Constitutionsformeln der bedeutend geringere.

Eine solche Zusammenstellung lautet

	Beobachtung	Rechnung		
		Schrauf	Kopp	Loschmidt
Benzol	96·0— 99·7	95·6	99	93
Cymol	183·5—185·2	182·3	187	177
Phenol	103·6—104	104·6	106·8	104
Benzylalkohol	123·7	122·6	128·8	125
Bittermandelöl	118·4	119·1	122·2	118
Cuminol	184·5—186·8	184·1	187	175
Benzoesäure	126·9	126·3	130	129
Benzoes. Methyl	148·5—150·3	148·0	152	150
Methyl Salicyl	156·2—157	161·5	159·8	161
Zimmts. Aethyl	211·3	208·5	207	206
	$S(+\Delta)$	+ 6·4	+24·4	+ 8·4
	$S(-\Delta)$	—12·1	— 4·3	—28·9
	$\frac{S\Delta}{n}$	± 1·85	2·87	3·73

Die Differenzen der Rechnung von Beobachtung sprechen für meine Methode, namentlich dadurch, daß die positiven und negativen Fehler nahe gleich sind und keine Abweichung nach einer bestimmten Richtung erkennbar ist.

Was den speciellen Vorwurf dieser Schrift betrifft, so läßt obige Tabelle wieder die großen Analogien zwischen dem specifischen Volum und den optischen Werthen erkennen und man darf wohl sagen, daß beide sich in soweit ergänzen, daß es möglich ist, aus der Kenntniß der einen Function den Werth der zweiten im Voraus zu berechnen.

Über die Verwendung einer gemeinschaftlichen Batterie für vielfache Schließungskreise.

Von dem c. M. Dr. **Hermann Militzer.**

In dem weit ausgedehnten Felde der heutigen Elektrotechnik begegnet man nicht selten ziemlich complicirten Formen der Körper, welche als Träger der Elektricität zu dienen haben. Das Ohm'sche Gesetz enthält zwar die Antwort auf alle Fragen, welche man sich über die Bewegung der in diesen Körpern strömenden Elektricität vorlegen kann; trotz der höchst einfachen Form des allgemeinen Gesetzes erfolgt aber, selbst schon bei Betrachtung der sogenannten linearen Leiter, diese Antwort häufig in einem so verwickelten Ausdrucke, daß derselbe zu einer wirklichen Anwendung kaum mehr zu brauchen ist.

Man hat sich wahrscheinlich aus diesem Grunde mit Untersuchungen der angegebenen Art bis jetzt nur in sehr beschränktem Maße befaßt, obgleich die Aufforderungen zur Ausführung solcher Arbeiten in der Praxis häufig genug wiederkehren. Ein hierher gehöriger Fall ist z. B. in jedem größeren Telegraphenamte vorhanden, und betrifft die Frage nach dem Quantum der durch jede einzelne Telegraphenleitung abströmenden Elektricität, wenn man alle von der betrachteten Station auslaufenden Leitungen gleichzeitig nur aus einer einzigen, sämmtlichen Linien gemeinschaftlichen Batterie mit Elektricität ladet.

Bei den sehr ungleichen Widerständen, welche in Folge ihrer verschiedenen Längen die einzelnen Linien in der Regel besitzen, erkannte man bald, daß man die Batterie in mehrere, unter sich zusammenhängende Gruppen zerlegen und die Linien, nach der Größe ihres Widerstandes geordnet, von den Polen dieser Gruppen auslaufen lassen müsse, wenn die in den einzelnen Leitungen auftretenden

Zweigströme von merklich gleicher Intensität werden sollten. Die näheren Verhältnisse dieser Theilung blieben aber unerörtert, und selbst in den speciell dem Telegraphenwesen gewidmeten Schriften findet man durchaus die Frage mit der halb empirischen Regel abgethan, daß es vortheilhaft ist, den Widerstand der Batterie gegen den der Leitungen möglichst gering zu machen. Ferner wird angeführt, daß, wenn der Widerstand der Batterie gegen den der Linien ganz vernachlässigt werden könnte, der in jeder einzelnen Linie auftretende Zweigstrom eben so stark sein würde, als wenn alle übrigen Linien gar nicht vorhanden wären. Erst in der neuesten Zeit hat J. Lagarde[1]) die beiden einfachsten Fälle etwas eingehender untersucht: die Stromtheilung nämlich, welche unter Berücksichtigung des Widerstandes der Batterie dann eintritt, wenn man sämmtliche Linien von einem und demselben Batteriepole auslaufen läßt, und zweitens den Fall, in welchem die Batterie nur in zwei Gruppen zerlegt wird, deren gleichnamige Pole je mit einer einzigen Linie in Verbindung stehen.

Da sich mehrere bemerkenswerthe und hinlänglich einfache Beziehungen herleiten lassen, ohne daß man den Gang der Untersuchung durch derlei Restrictionen einzuengen brauchte, so wird von letzteren in den nun folgenden Betrachtungen vorerst gänzlich Umgang genommen werden. Um jedoch die Formeln nicht zu sehr zu compliciren, sollen dieselben nur für Ströme im Zustande des dynamischen Gleichgewichtes Giltigkeit haben; ferner werden die Leitungen als vollkommen isolirt, der Widerstand der Erdleitung als Null vorausgesetzt.

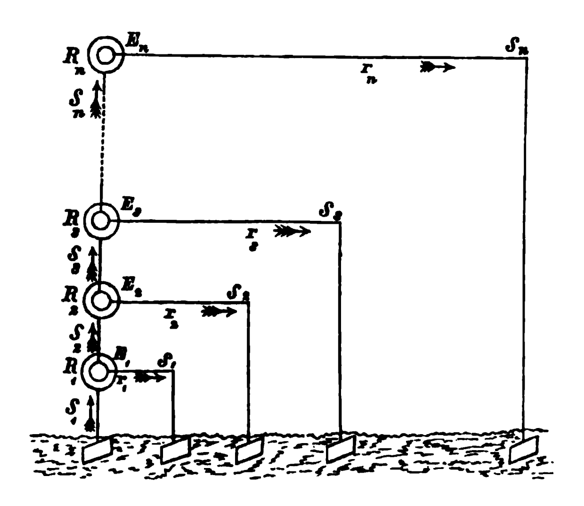
1.

Die nebenstehende schematische Figur stellt eine aus n Gruppen bestehende Batterie vor, in welcher von jeder Gruppe eine Telegraphenleitung ausläuft. Die Summe der elektromotorischen Kräfte der zu je einer Gruppe vereinigten galvanischen Elemente werde der Reihe nach mit $E_1, E_2, \ldots, E_n$ bezeichnet, und ebenso die Summe der Widerstände dieser Elemente mit $R_1, R_2, \ldots, R_n$; ferner seien $r_1, r_2, \ldots, r_n$ die Widerstände der von den verschiedenen Batterie-

---

[1]) Annales télégraphiques 1865, p. 381.

gruppen auslaufenden Linien, $s_1, s_2, \ldots, s_n$ die Intensitäten der in diesen Linien auftretenden Zweigströme, endlich $S_1, S_2, \ldots, S_n$ die Stromintensitäten in den Verbindungsgliedern zwischen den einzelnen Batteriegruppen; die Widerstände dieser Verbindungsdrähte sollen bereits in den Größen $R_1, R_2, \ldots$ mit enthalten sein.



Das System von n Gleichungen, durch welches die n Unbekannten $s_1, s_2, \ldots, s_n$ bestimmt wurden, läßt sich mit Hilfe der Kirchhoff'schen Formeln fast unmittelbar hinschreiben. Man hat nämlich zunächst

$$\begin{aligned} S_1 &= S_2 + s_1 \\ S_2 &= S_3 + s_2 \\ &\vdots \\ S_{n-1} &= S_n + s_{n-1} \\ S_n &= s_n \end{aligned}$$

und hieraus durch Addition

$$\begin{aligned} S_1 &= s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_n \\ S_2 &= \phantom{s_1 +{}} s_2 + s_3 + \ldots + s_n \\ &\vdots \\ S_n &= \phantom{s_1 + s_2 + s_3 + \ldots +{}} s_n. \end{aligned}$$

Ferner ist bekanntlich

$$\begin{aligned}
S_1R_1+s_1r_1 &= E_1\\
S_2R_2+s_2r_2-s_1r_1 &= E_2\\
S_3R_3+s_3r_3-s_2r_2 &= E_3\\
&\vdots\\
S_nR_n+s_nr_n-s_{n-1}r_{n-1} &= E_n.
\end{aligned}$$

Setzt man hier für $S_1, S_2, \ldots, S_n$ die eben erhaltenen Werthe ein, so ergibt sich

$$\begin{aligned}
(R_1+r_1)s_1+\quad R_1s_2\quad+\quad R_1s_3\quad+\ldots+R_1s_n &= E_1\\
-r_1s_1+(R_2+r_2)s_2+\quad R_2s_3\quad+\ldots+R_2s_n &= E_2\\
-\quad r_2s_2\quad+(R_3+r_3)s_3+\ldots+R_3s_n &= E_3\\
&\vdots\\
-r_{n-1}s_{n-1}+(R_n+r_n)s_n &= E_n.
\end{aligned}$$

Diese Formeln können wie bekannt auch für die Fälle, in welchen eine oder mehrere der einzelnen Batteriegruppen mit ihren Nachbarn in umgekehrter Ordnung der Pole verbunden wären, dadurch giltig gemacht werden, daß man einfach die zugehörigen Größen E mit dem entgegengesetzten Vorzeichen versieht.

Eben so leicht lassen sich diese Gleichungen für den Fall einrichten, daß von den einzelnen Batteriegruppen nicht blos je eine, sondern beliebig viele Leitungen auslaufen. Denkt man sich z. B. es stehe die erste Gruppe nur mit der Linie r_1, dagegen die zweite mit den drei Linien r_2, r_3 und r_4 in Verbindung, so bleiben in dem eben aufgestellten Systeme die beiden ersten Gleichungen ganz ungeändert, in der dritten und vierten dagegen ist $E_3=E_4=R_3=R_4=0$ zu nehmen, wodurch man erhält

$$\begin{aligned}
(R_1+r_1)s_1+\quad R_1s_2\quad+R_1s_3+\ldots+R_1s_n &= E_1\\
-r_1s_1+(R_2+r_2)s_2+R_2s_3+\ldots+R_2s_n &= E_2\\
-r_2s_2+r_3s_3 &= 0\\
-r_3s_3+r_4s_4 &= 0;
\end{aligned}$$

alle weiteren Gleichungen erleiden keine Änderung. Aus den beiden letztgeschriebenen folgt unmittelbar

$$s_3 = \frac{r_2}{r_3} s_2 \ , \quad s_4 = \frac{r_2}{r_4} s_2$$

und hierdurch gehen die beiden ersten über in

$$(R_1 + r_1) s_1 + \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right) R_1 r_2 s_2 \quad + R_1 s_5 + \ldots + R_1 s_n = E_1$$

$$-r_1 s_1 + \left[R_2 \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right) + 1\right] r_2 s_2 + R_2 s_5 + \ldots + R_2 s_n = E_2 .$$

Auf gleiche Weise läßt sich die Unbekannte s_4 auch aus der weiter folgenden, hier nicht mehr hingeschriebenen Gleichung, mithin aus dem ganzen Systeme eliminiren.

Man erkennt an diesem Beispiele ohne Mühe den in ähnlichen Fällen einzuhaltenden Gang, und kann nun demgemäß folgende entsprechendere Bezeichnung einführen:

Es seien wie seither $E_1, E_2, \ldots, E_n$ und $R_1, R_2, \ldots, R_n$ die elektrischen Constanten der einzelnen Batteriegruppen; $r_1, r_1', r_1'', \ldots$ $r_2, r_2', r_2'', \ldots$; $r_n, r_n', r_n'', \ldots$ die Widerstände der von denselben der Reihe nach auslaufenden Linien; es werde endlich zur Abkürzung gesetzt

$$\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_1'} + \frac{1}{r_1''} + \ldots = \rho_1$$

$$\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_2'} + \frac{1}{r_2''} + \ldots = \rho_2$$

$$\vdots$$

$$\frac{1}{r_n} + \frac{1}{r_n'} + \frac{1}{r_n''} + \ldots = \rho_n$$

und $R_1 \rho_1 + 1 = \Re_1$, $R_2 \rho_2 + 1 = \Re_2$, $R_n \rho_n + 1 = \Re_n$, so ist, wenn man durch $s_1, s_2, \ldots, s_n$ die in den Linien $r_1, r_2, \ldots, r_n$ auftretenden Zweigströme ausdrückt

$$\left.\begin{aligned}
\Re_1 r_1 s_1 + R_1 r_2 \rho_2 s_2 + R_1 r_3 \rho_3 s_3 + \ldots + R_1 r_n \rho_n s_n &= E_1 \\
-r_1 s_1 + \Re_2 r_2 s_2 + R_2 r_3 \rho_3 s_3 + \ldots + R_2 r_n \rho_n s_n &= E_2 \\
-r_2 s_2 + \Re_3 r_3 s_3 + \ldots + R_3 r_n \rho_n s_n &= E_3 \\
&\vdots \\
-r_{n-1} s_{n-1} + \Re_n r_n s_n &= E_n
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Aus diesen Gleichungen können die Unbekannten $s_1, s_2, \ldots, s_n$ vollständig bestimmt werden. Die übrigen ergeben sich durch

$$
\begin{array}{lll}
s_1' = \frac{r_1}{r_1'} s_1 \;, & s_1'' = \frac{r_1}{r_1''} s_1 \;, & \ldots \\
s_2' = \frac{r_2}{r_2'} s_2 \;, & s_2'' = \frac{r_2}{r_2''} s_2 \;, & \ldots \ldots \\
\vdots & \vdots & \\
s_n' = \frac{r_n}{r_n'} s_n \;, & s_n'' = \frac{r_n}{r_n''} s_n \;, & \ldots \ldots
\end{array}
$$

Hieraus folgen sofort einfache Ausdrücke für die Summen $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_n$ der Zweigströme in allen Linien, welche von einer und derselben Batteriegruppe auslaufen, nämlich

$$
\begin{array}{l}
\sigma_1 = s_1 + s_1' + s_1'' + \ldots = r_1 \rho_1 s_1 \\
\sigma_2 = s_2 + s_2' + s_2'' + \ldots = r_2 \rho_2 s_2 \\
\vdots \\
\sigma_n = s_n + s_n' + s_n'' + \ldots = r_n \rho_n s_n .
\end{array}
$$

2.

Bestimmt man aus den allgemeinen Gleichungen (1) des vorigen Artikels nach einem beliebigen Eliminationsverfahren die Unbekannten $s_1, s_2, s_3, \ldots$ für die verschiedenen Fälle, in welchen die Batterie in eine, zwei u. s. w. Gruppen zerlegt wird, so ergibt sich:

Für eine Batteriegruppe, in welcher sämmtliche vorhandenen Linien von dem Pole des letzten Elementes auslaufen

$$s_1 = \frac{1}{r_1} \cdot \frac{E_1}{\Re_1};$$

für zwei Batteriegruppen

$$s_1 = \frac{1}{N_2 r_1} (E_1 \Re_2 - E_2 R_1 \rho_2)$$

$$s_2 = \frac{1}{N_2 r_2} (E_1 + E_2 \Re_1),$$

wobei $N_2 = \Re_1 \Re_2 + R_1 \rho_2$ zu nehmen ist;

für drei Batteriegruppen

$$s_1 = \frac{1}{N_3 r_1}\left(E_1(\mathfrak{R}_2\mathfrak{R}_3 + R_2\rho_3) - E_2R_1(\mathfrak{R}_3\rho_2 + \rho_3) - E_3R_1\rho_2\right)$$

$$s_2 = \frac{1}{N_3 r_2}\left(E_1\mathfrak{R}_3 + E_2\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_3 - E_3\rho_3(R_2\mathfrak{R}_1 + R_1)\right)$$

$$s_3 = \frac{1}{N_3 r_3}\left(E_1 + E_2\mathfrak{R}_1 + E_3(\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_2 + R_1\rho_2)\right),$$

wobei $N_3 = (\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_2 + R_1\rho_2)\mathfrak{R}_3 + \rho_3(R_2\mathfrak{R}_1 + R_1)$ gesetzt wurde u. s. w.

Diese hier nur beispielsweise angeführten Bestimmungen lassen schon deutlich erkennen, wie sehr sich die Endgleichungen verwickeln, welche man für eine größere Gruppenanzahl erhalten würde, so daß dieselben für die numerische Rechnung kaum mehr verwendbar wären. Es bleibt deßhalb eine Darstellungsweise zu ermitteln, welche sowohl für den Gebrauch geeigneter ist, als auch einen besseren Einblick in das Bildungsgesetz dieser Ausdrücke gestattet.

Faßt man in dieser Beziehung zuerst die Nenner ins Auge, so erkennt man bei einiger Aufmerksamkeit bald, daß jeder derselben aus den beiden ihm unmittelbar vorangehenden durch eine einfache Relation abgeleitet werden kann. Setzt man nämlich

$$N_0 = 1$$

und

$$N_1 = \mathfrak{R}_1$$

so ist

$$N_2 = N_1\left(\mathfrak{R}_2 + \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) - N_0\frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$N_3 = N_2\left(\mathfrak{R}_3 + \frac{\rho_3}{\rho_2}\right) - N_1\frac{\rho_3}{\rho_2}$$

$$\vdots$$

$$N_k = N_{k-1}\left(\mathfrak{R}_k + \frac{\rho_k}{\rho_{k-1}}\right) - N_{k-2}\frac{\rho_k}{\rho_{k-1}}.$$

In ähnlicher Weise lassen sich die Zähler der Ausdrücke für die verschiedenen Zweigströme durch dieselben Größen N und eine zweite Reihe von Hilfsgrößen von analoger Bildung darstellen. Man bemerkt sofort, daß für jede Gruppenanzahl der Zähler des Ausdruckes für einen Zweigstrom der letzten Gruppe nichts als die Summe der Producte ist, welche entstehen, wenn man die elektro-

motorische Kraft jeder Gruppe mit einer Größe N multiplicirt, deren Ordnungszahl um eine Einheit niedriger ist, als der Index von E. Dieselbe Productensumme erscheint auch im Ausdrucke für die Zweigströme der übrigen Gruppen, immer um je ein Glied vermindert, je weiter man vom Ende des ganzen Systems gegen den Anfang fortschreitet. Dafür erhält sie einerseits selbst einen Factor, andererseits muß von dem so entstehenden neuen Producte ein Term abgezogen werden, welcher aus den Größen N und den bereits erwähnten neuen Hilfsgrößen sich ebenfalls auf eine einfache und leicht übersichtliche Weise bilden läßt.

Die Zweigströme der letzten Gruppe sind nämlich enthalten in der Formel

$$s_n = \frac{1}{N_n r_n}(N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-1} E_n),$$

die der vorletzten werden dargestellt durch

$$s_{n-1} = \frac{1}{N_n r_{n-1}} \left\{ \mathfrak{R}_n (N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-2} E_{n-1}) - \frac{N_{n-1} - N_{n-2}}{\rho_{n-1}} \rho_n E_n \right\},$$

die der drittletzten durch

$$s_{n-2} = \frac{1}{N_n r_{n-2}} \left\{ (\mathfrak{R}_{n-1} \mathfrak{R}_n + R_{n-1} \rho_n)(N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-3} E_{n-2}) - \frac{N_{n-2} - N_{n-3}}{\rho_{n-2}} \left((\rho_{n-1} \mathfrak{R}_n + \rho_n) E_{n-1} + \rho_n E_n \right) \right\} \text{ u. s. w.}$$

Bildet man nun die zweite Reihe von Hilfsgrößen nach folgendem Gesetze

$$\mathfrak{R}_n = 1$$

$$\mathfrak{R}_{n-1} = \mathfrak{R}_n$$

$$\mathfrak{R}_{n-2} = \mathfrak{R}_{n-1} \left(\mathfrak{R}_{n-1} + \frac{R_{n-1}}{R_n} \right) - \mathfrak{R}_n \frac{R_{n-2}}{R_n}$$

$$\mathfrak{R}_{n-3} = \mathfrak{R}_{n-2} \left(\mathfrak{R}_{n-2} + \frac{R_{n-2}}{R_{n-1}} \right) - \mathfrak{R}_{n-1} \frac{R_{n-3}}{R_{n-1}}$$

$$\vdots$$

$$\mathfrak{R}_{n-k} = \mathfrak{R}^{n-k}{}_{+1} \left(\mathfrak{R}_{n-k+1} + \frac{R_{n-k+1}}{R_{n-k+2}} \right) - \mathfrak{R}_{n-k+2} \frac{R_{n-k+1}}{R_{n-k+2}}$$

so hat man auch

$$\rho_n = \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_n}$$

$$\rho_{n-1}\mathfrak{R}_n + \rho_n = \frac{\mathfrak{R}_{n-2} - \mathfrak{R}_{n-1}}{R_{n-1}} \text{ u. s. w.}$$

und es wird durch Einsetzen dieser Beziehungen ganz allgemein

$$s_{n-k} = \frac{1}{N_n r_{n-k}} \Big\{ \mathfrak{R}_{n-k}(N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-k-1} E_{n-k})$$

$$- \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\rho_{n-k}} \Big(\frac{\mathfrak{R}_{n-k} - \mathfrak{R}_{n-k+1}}{R_{n-k+1}} E_{n-k+1} + \frac{\mathfrak{R}_{n-k+1} - \mathfrak{R}_{n-k+2}}{R_{n-k+2}} E_{n-k+2} \quad (1)$$

$$+ \ldots + \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_n} E_n \Big) \Big\}$$

der Ausdruck für die Stärke des Zweigstromes einer Linie vom Widerstande r der $(n-k)^{\text{ten}}$ Gruppe, wenn das ganze System n verschiedene Batterie- und Liniengruppen enthält.

Hätte man also z. B. in einem aus vier Gruppen bestehenden Systeme die Stärke des Zweigstromes einer Linie der zweiten Gruppe, d. h. die Größe s_2 zu bestimmen, so ist in der eben entwickelten allgemeinen Formel $n=4$ und $k=2$ zu setzen, wodurch dieselbe übergeht in

$$s_2 = \frac{1}{N_4 r_2} \left[\mathfrak{R}_2(N_0 E_1 + N_1 E_2) - \frac{N_2 - N_1}{\rho_2} \left(\frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} E_3 + \frac{\mathfrak{R}_3 - \mathfrak{R}_4}{R_4} E_4 \right) \right]$$

Mit Hülfe der oben bereits angegebenen Werthe für N_2 und N_3 erhält man leicht

$$N_4 = (\mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2 + R_1 \rho_2)(\mathfrak{R}_3 \mathfrak{R}_4 + R_3 \rho_4) + (R_2 \mathfrak{R}_1 + R_1)(\rho_3 \mathfrak{R}_4 + \rho_4)$$

und ebenso

$$\mathfrak{R}_4 = 1$$

$$\mathfrak{R}_3 = \mathfrak{R}_4$$

$$\mathfrak{R}_2 = \mathfrak{R}_3 \mathfrak{R}_4 + R_3 \rho_4$$

und hiermit wird

$$s_2 = \frac{1}{N_4 r_2}$$

$$\Big[(E_1 + E_2 \mathfrak{R}_1)(\mathfrak{R}_3 \mathfrak{R}_4 + R_3 \rho_4) - (R_2 \mathfrak{R}_1 + R_1) \big(E_3(\rho_3 \mathfrak{R}_4 + \rho_4) + E_4 \rho_3 \big) \Big].$$

Ganz dasselbe Resultat ergibt sich durch directe Elimination aus den Gleichungen (1) des vorhergehenden Artikels.

Der Nutzen der in der allgemeinen Formel (1) gebrauchten involutorischen Darstellung liegt für die Zahlenrechnung besonders in dem Umstande, daß die Hülfsgrößen N und $\mathfrak{N}$ aus sehr einfachen Relationen, welche sich auch leicht für Logarithmen einrichten lassen ein- für allemal berechnet werden und für sämmtliche Zweigströme, des zur Untersuchung vorgelegten Systems unverändert bleiben.

3.

Die im vorhergehenden Artikel abgeleitete Formel für s_{n-k} gilt für eine beliebige Anzahl von Batteriegruppen, welche aus irgend welchen galvanischen Elementen gebildet, und unter sich in ganz willkürlicher Ordnung ihrer Pole verbunden sind. Sie läßt eine sehr wesentliche Vereinfachung zu, wenn man, ohne über die Zahl der Gruppen und Zweiglinien etwas Näheres festzusetzen, die in der Anwendung in der Regel erfüllte Annahme gestattet, daß erstens sämmtliche, in den verschiedenen Gruppen vorhandene, Elemente gleicher Natur, und daß zweitens die einzelnen Gruppen unter sich in einer unveränderlichen Ordnung der Pole verbunden sind, etwa wie in der schematischen Figur des ersten Artikels.

Es ist dann offenbar für jedes einzelne Element einer Gruppe $\frac{E_\mu}{R_\mu} = \alpha =$ einer Constanten, und in der allgemeinen Formel gelten die Zeichen, wie sie den einzelnen Gliedern vorgesetzt wurden. Durch Einführung der eben angegebenen Relation erhält man sofort

$$s_{n-k} = \frac{\alpha}{N_n r_{n-k}}$$

$$\left[\mathfrak{N}_{n-k}(N_0 R_1 + N_1 R_2 + \ldots + N_{n-k-1} R_{n-k}) - \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\rho_{n-k}}(\mathfrak{N}_{n-k} - \mathfrak{N}_n)\right].$$

Nun ist allgemein

$$N_n = \rho_n(N_0 R_1 + N_1 R_2 + \ldots + N_{n-1} R_n) + N_{n-1} \tag{1}$$

also auch

$$N_0 R_1 + N_1 R_2 + \ldots + N_{n-k-1} R_{n-k} = \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\rho_{n-k}}$$

und hiermit durch Substitution

$$s_{n-k} = \frac{\alpha}{r_{n-k}\rho_{n-k}} \cdot \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{N_n}, \tag{2}$$

weil nämlich $\mathfrak{N}_n = 1$ ist. Aus diesem durch seine Einfachheit bemerkenswerthen Ausdrucke lassen sich sogleich ein Paar weitere Folgerungen ableiten.

Man sieht zunächst, dass unter den angegebenen Voraussetzungen alle Zweigströme des ganzen Systems gleiche Richtung besitzen. Die im vorhergehenden Artikel für die Größen N aufgestellten Definitionsgleichungen zeigen nämlich, daß die Werthe dieser immer positiven Größen in demselben Sinne sich ändern, wie ihre Indices. Es ist also auch die Differenz $N_{n-k}-N_{n-k-1}$ immer positiv, d. h. die Größen s_{n-k} haben sämmtlich gleiche Vorzeichen.

Gibt man in vorstehender Formel (2) dem k nach und nach die Werthe 0, 1, 2,..., $n-1$, so erhält man

$$r_n \quad \rho_n \quad s_n \quad = \alpha \frac{N_n - N_{n-1}}{N_n}$$

$$r_{n-1}\rho_{n-1}s_{n-1} = \alpha \frac{N_{n-1} - N_{n-2}}{N_n}$$

$$\vdots$$

$$r_1 \quad \rho_1 \quad s_1 \quad = \alpha \frac{N_1 - N_0}{N_n},$$

wobei in der letzten Formel $N_0 = 1$ zu nehmen ist. Am Schlusse des ersten Artikels wurde gezeigt, daß in diesen Ausdrücken die auf der linken Seite des Gleichheitszeichens stehenden Producte der Reihe nach die Summen der Zweigströme in den verschiedenen Gruppen vorstellen; ihre Summe äquivalirt also der Menge der im ganzen Liniensysteme in Bewegung befindlichen Elektricität. Bezeichnet man diese mit Σ_n, so ergibt sich aus den eben angegebenen Gleichungen durch Addition unmittelbar

$$\Sigma_n = \alpha\left(1 - \frac{1}{N_n}\right). \tag{3}$$

Dieser Ausdruck zeigt, daß, wie groß man auch die Anzahl der im ganzen Systeme vorhandenen galvanischen Elemente oder der mit ihnen verbundenen Zweiglinien machen möge, die Intensität des Gesammtstromes doch nie größer werden kann, als die Stromstärke eines einzelnen, ohne äußeren Widerstand geschlossenen Elementes.

Als eine Art von Probe für die bisherige Rechnung kann man aus ihr den in der Einleitung historisch angeführten Satz ableiten,

daß, wenn der Widerstand der Batterie als verschwindend betrachtet wird, jeder Zweigstrom eben dieselbe Intensität erhält, als wenn die übrigen Linien gar nicht vorhanden wären. Da unter dieser Voraussetzung sämmtliche Größen $\mathfrak{N}$, N und $\mathfrak{R}$ der Einheit gleich werden, so nimmt die rechte Seite der Gleichung (2) wegen des verschwindenden Nenners im Factor α die unbestimmte Form $\frac{0}{0}$ an. Man muß deßhalb auf die allgemeine Formel (1) des vorhergehenden Artikels zurückgreifen, welche den Factor α noch nicht enthält, und durch Einsetzen der oben erwähnten speciellen Werthe unmittelbar übergeht in

$$(4) \qquad s_{n-k} = \frac{1}{r_{n-k}}(E_1 + E_2 + \ldots + E_{n-k})$$

übereinstimmend mit dem oben in Worten ausgedrückten Satze.

Für eine Batterie von meßbarem Widerstande ist dieser Werth wegen des Ausfallens des subtractiven Gliedes der allgemeinen Formel offenbar immer zu groß. Man kann sich leicht einen beständig zu kleinen Werth für dieselbe Größe verschaffen, wenn man die Annäherung um eine Ordnung weiter treibt, indem man annimmt, der Widerstand der Batterie sei zwar nicht geradezu Null, aber doch noch so klein, daß man den Werth von s_{n-k} nach aufsteigenden Potenzen dieses Widerstandes entwickeln und alle höheren als die erste Potenz vernachlässigen könne.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich durch eine sehr einfache Rechnung allgemein

$$N_n = 1 + R_1(\rho_1 + \rho_2 + \ldots + \rho_n) + R_2(\rho_2 + \rho_3 + \ldots + \rho_n) + \ldots + R_n\rho_n$$

und hieraus

$$\frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\rho_{n-k}} = R_1 + R_2 + \ldots + R_{n-k}.$$

Substituirt man diese Werthe in der jetzt wieder verwendbaren Gleichung (2), und entwickelt den auf der rechten Seite vorhandenen Bruch in eine Reihe, so wird unter Vernachlässigung der zweiten und höheren Potenzen des Batteriewiderstandes

$$(5) \qquad s_{n-k} = \frac{\alpha}{r_{n-k}}(R_1 + R_2 + \ldots + R_{n-k})$$
$$\Big(1 - R_1(\rho_1 + \rho_2 + \ldots + \rho_n) - R_2(\rho_2 + \rho_3 + \ldots \rho_n) - \ldots - R_n\rho_n\Big).$$

Wäre die weitere Annahme gestattet $R_1 = R_2 = \ldots = R_n = \frac{R}{n}$, wo R den Gesammtwiderstand der ganzen Batterie vorstellt, so nimmt diese Gleichung die nachstehende einfachere Gestalt an

$$s_{n-k} = \alpha \cdot \frac{n-k}{n} \cdot \frac{R}{r_{n-k}} \left(1 - \frac{R}{n}(\rho_1 + 2\rho_2 + 3\rho_3 + \ldots + n\rho_n)\right). \quad (6)$$

Durch die Formeln (4) und (5) oder (6) ist der Werth von s_{n-k} in Grenzen eingeschlossen, welche sich einander um so mehr nähern, je kleiner der Widerstand der Batterie im Vergleiche zu dem der Linien ist. Die Annäherung an den wahren Werth von s_{n-k} auf diesem Wege noch weiter fortsetzen zu wollen, wäre nicht gerechtfertigt, da schon die beiden letztangegebenen Gleichungen für die Rechnung kaum bequemer sind, als die strenge Formel (2). Man kann jedoch bemerken, daß das arithmetische Mittel aus den nach der Formel (4) und einer der Gleichungen (5) oder (6) berechneten Werthen dem wahren Werthe in der Regel beträchtlich näher sein wird, als jede der beiden Grenzen.

4.

Es soll nun untersucht werden, unter welchen Bedingungen die durch die Gleichung (3) des vorhergehenden Artikels bestimmte Größe Σ_n einen größten Werth erlangt.

Die einfachste hierher gehörige Aufgabe hat bekanntlich schon Ohm in seiner galvanischen Kette gelöst, indem er zeigte, daß in einem einfachen Schließungskreise die Stromstärke ein Maximum wird, wenn der Widerstand der Batterie dem ihres Schließungsbogens gleich ist.

Die gegenwärtige Aufgabe wird folgendermaßen auszusprechen sein:

Es ist gegeben der Gesammtwiderstand R einer Anzahl gleicher, in eine Batterie zu vereinigender galvanischer Elemente; ferner durch die Gleichung

$$\rho = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_1'} + \ldots + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_2'} + \ldots + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_3'} + \ldots + \ldots$$

die Summe der reciproken Werthe der Widerstände einer Anzahl von Linien, welche von dieser Batterie auslaufen. Wenn nun sowohl die

Batterie, als die Zweiglinien in n Gruppen zerlegt werden, und die Pole der in den verschiedenen Gruppen vorhandenen Elemente immer in derselben Ordnung aufeinander folgen sollen, wie müssen die Größen R und ρ unter die verlangten n Gruppen vertheilt werden, damit die Function Σ_n einen größten Werth erlange?

Vorerst ist zu bemerken, daß bei der Auflösung dieser in das Gebiet der Differentialrechnung fallenden Aufgabe eine unbegrenzte Theilbarkeit der Größen R und ρ vorausgesetzt werden muß. In der Wirklichkeit werden, da die galvanischen Elemente und die Zweiglinien als gegebene Größen anzusehen sind, die Werthänderungen der aus diesen Größen zu bildenden Gruppen wesentlich sprungweise erfolgen; dies hindert jedoch nicht, vorläufig diese Gruppen doch als stetige Functionen zu betrachten, und sich dann den durch die Rechnung ermittelten Werthen in der Wirklichkeit so weit zu nähern, als die übrigen Umstände dies gestatten.

Da die Summen der $2n$ Unbekannten $R_1, R_2, \ldots, R_n$ und $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n$ gegebene Constanten sind, so enthält die Function Σ_n nur $2n-2$ absolut variable Größen, und man hat nach bekannten Regeln den Bedingungen

$$\frac{\partial \Sigma_n}{\partial R_k} = 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial \Sigma_n}{\partial \rho_k} = 0,$$

wobei $k = 1, 2, \ldots, n-1$, Genüge zu leisten. Setzt man hier für Σ_n seinen Werth aus der Gleichung (3) des vorigen Artikels ein, und bemerkt, daß der Werth der Größe N in keinem Falle verschwinden kann, so gehen diese beiden Bedingungen in die einfacheren

$$\frac{\partial N_n}{\partial R_k} = 0 \quad , \quad \frac{\partial N_n}{\partial \rho_k} = 0 \quad , \quad (k = 1, 2, \ldots, n-1)$$

über. Diese Differentialquotienten lassen sich nun wieder sehr einfach durch die schon gebrauchten Hilfsgrößen N und $\mathfrak{R}$ ausdrücken. Man kann sich nämlich leicht überzeugen, daß für jeden positiven ganzen Werth von k, der $< n$ ist, allgemein

$$\frac{\partial N_n}{\partial R_k} = \frac{\mathfrak{R}_{k-1} - \mathfrak{R}_k}{R_k} N_{k-1} - \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_n} N_{n-1} \quad ,$$

$$\frac{\partial N_n}{\partial \rho_k} = \frac{N_k - N_{k-1}}{\rho_k} \mathfrak{R}_k - \frac{N_n - N_{n-1}}{\rho_n} \mathfrak{R}_n$$

Unter Anwendung dieser Relationen ergeben sich dann zur Bestimmung unserer $2n$ Unbekannten die $2n$ Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{\mathfrak{N}_0-\mathfrak{N}_1}{R_1}N_0=\frac{\mathfrak{N}_1-\mathfrak{N}_2}{R_2}N_1=\ldots=\frac{\mathfrak{N}_{n-2}-\mathfrak{N}_{n-1}}{R_{n-1}}N_{n-2}=\frac{\mathfrak{N}_{n-1}-\mathfrak{N}_n}{R_n}N_{n-1}\\
&\frac{N_1-N_0}{\rho_1}\mathfrak{N}_1=\frac{N_2-N_1}{\rho_2}\mathfrak{N}_2=\ldots=\frac{N_{n-1}-N_{n-2}}{\rho_{n-1}}\mathfrak{N}_{n-1}=\frac{N_n-N_{n-1}}{\rho_n}\mathfrak{N}_n\\
&\qquad R_1+R_2+\ldots+R_n=R\\
&\qquad \rho_1+\rho_2+\ldots+\rho_n=\rho.
\end{aligned}\right\}\quad (1)$$

Ich beginne das Eliminationsverfahren mit einer Umformung der Gleichung

$$\frac{\mathfrak{N}_0-\mathfrak{N}_1}{R_1}N_0-\frac{\mathfrak{N}_1-\mathfrak{N}_2}{R_2}N_1=0$$

und bemerke zu dem Ende, daß zwischen den verschiedenen Größen $\mathfrak{N}$ eine der unter (1) im dritten Artikel für die Größen N gegebenen analoge Beziehung existirt. Man hat nämlich allgemein

$$\mathfrak{N}_{n-k}=R_{n-k+1}(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_{n-k+1}\rho_{n-k+1})+\mathfrak{N}_{n-k+1}\qquad (2)$$

und hiermit geht die vorgelegte Gleichung sofort über in

$$(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_1\rho_1)N_0$$
$$-(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_2\rho_2)N_1=0$$

oder, weil $N_0=1$ und $N_1=R_1\rho_1+1$ ist, in

$$\mathfrak{N}_1-R_1(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_2\rho_2)=0.$$

Mit Rücksicht auf (2) läßt sich diese Gleichung auch schreiben

$$R_2(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_2\rho_2)$$
$$+\mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2-R_1(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_2\rho_2)=0$$

oder endlich

$$\mathfrak{N}_2(\mathfrak{N}_2-R_1\rho_2)=(R_1-R_2)(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{N}_2\rho_2).\qquad (3)$$

Auf ähnliche Weise erhält man aus der Gleichung

$$\frac{N_1-N_0}{\rho_1}\mathfrak{N}_1-\frac{N_2-N_1}{\rho_2}\mathfrak{N}_2=0$$

in Verbindung mit den Relationen (2) und Art. 3 (1)

$$(4)\qquad \mathfrak{R}_2(\mathfrak{R}_1-R_1\rho_2)=R_1(\mathfrak{R}_n\rho_n+\mathfrak{R}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{R}_3\rho_3).$$

Endlich ergibt sich aus der Gleichung

$$\frac{\mathfrak{R}_1-\mathfrak{R}_2}{R_2}N_1-\frac{\mathfrak{R}_2-\mathfrak{R}_3}{R_3}N_2=0,$$

in welcher $N_1=\mathfrak{R}_1$, $N_2=\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_2+R_1\rho_2$ ist,

$$(5)\qquad \mathfrak{R}_2\mathfrak{R}_1=(R_1+\mathfrak{R}_1R_2)(\mathfrak{R}_n\rho_n+\mathfrak{R}_{n-1}\rho_{n-1}+\ldots+\mathfrak{R}_3\rho_3).$$

Dividirt man (3) durch (4), so folgt

$$\frac{\mathfrak{R}_2-R_1\rho_2}{\mathfrak{R}_1-R_1\rho_2}=\frac{R_1-R_2}{R_1}$$

oder

$$(6)\qquad \mathfrak{R}_1=\frac{R_1}{R_1-R_2}.$$

Dagegen erhält man durch Division von (3) durch (5)

$$\frac{\mathfrak{R}_2-R_1\rho_2}{\mathfrak{R}_1}=\frac{R_1-R_2}{R_1+\mathfrak{R}_1R_2}$$

und wenn man hieraus durch (6) die Größe $\mathfrak{R}_1$ eliminirt

$$\rho_2=\frac{R_2}{R_1}\cdot\frac{1}{R_1-R_2}$$

oder durch Vergleichung dieses Werthes mit (6)

$$(7)\qquad \rho_2=\rho_1\quad,\quad R_2=R_1\left(1-\frac{1}{\mathfrak{R}_1}\right).$$

Mit Hülfe dieser beiden Beziehungen lassen sich aus den Größen N sämmtliche R_2 und ρ_2 fortschaffen, wodurch man erhält

$$\begin{aligned}
N_1&=\mathfrak{R}_1\\
N_2&=\mathfrak{R}_1^2\\
N_3&=\mathfrak{R}_1(\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_3+R_1\rho_3)\\
N_4&=\mathfrak{R}_1\left(\mathfrak{R}_4(\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_3+R_1\rho_3)+\rho_4(R_3\mathfrak{R}_1+R_1)\right)
\end{aligned}$$

u. s. w.

Setzt man nun

$$N'_0 = 1$$

$$N'_1 = \mathfrak{R}_1$$

$$N'_2 = \mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_2 + R_1\rho_2 = N'_1\left(\mathfrak{R}_2 + \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) - N'_0\frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$N'_3 = \mathfrak{R}_4(\mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_2 + R_1\rho_2) + \rho_4(R_2\mathfrak{R}_1 + R_1) = N'_2\left(\mathfrak{R}_4 + \frac{\rho_4}{\rho_3}\right) - N'_1\frac{\rho_4}{\rho_3}$$

u. s. w.,

so folgt diese Reihe dem früheren Bildungsgesetze für die Größen N mit dem einzigen Unterschiede, daß in ihr die Indices der $\mathfrak{R}$ und ρ (den ersten ausgenommen) um eine Stelle erhöht sind. Es ist also auch

$$N_1 = \mathfrak{R}_1 N'_0 \quad , \quad N_2 = \mathfrak{R}_1 N'_1 \quad , \quad N_3 = \mathfrak{R}_1 N'_2, \ldots$$

und hiermit gehen die Gleichungen (1), von welchen man fortan das erste Paar als fernerhin überflüßig ganz außer Acht lassen kann, über in

$$\left.\begin{aligned} \frac{\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2}{R_2} N'_0 &= \frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} N'_1 = \ldots = \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_{n-1}} N'_{n-2} \\ \frac{N'_1 - N'_0}{\rho_2}\mathfrak{R}_2 &= \frac{N'_2 - N'_1}{\rho_3}\mathfrak{R}_3 = \ldots = \frac{N'_{n-1} - N'_{n-2}}{\rho_n}\mathfrak{R}_n \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Diese Gleichungen können in analoger Weise behandelt werden, wie die früheren (1). Es läßt sich nämlich die Gleichung

$$\frac{\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2}{R_2} N'_0 - \frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} N'_1 = 0$$

umgestalten in

$$\mathfrak{R}_2(\mathfrak{R}_2 - R_1\rho_2) = \frac{R_1}{\mathfrak{R}_1}(\mathfrak{R}_n\rho_n + \mathfrak{R}_{n-1}\rho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{R}_4\rho_4) \quad (9)$$

Aus der Gleichung

$$\frac{N'_1 - N'_0}{\rho_2}\mathfrak{R}_2 - \frac{N'_2 - N'_1}{\rho_1}\mathfrak{R}_3 = 0$$

folgt auf ähnliche Weise

$$\mathfrak{R}_3(\mathfrak{R}_1 - R_1\rho_2) = R_1(\mathfrak{R}_n\rho_n + \mathfrak{R}_{n-1}\rho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{R}_4\rho_4) \quad (10)$$

Endlich die Gleichung

$$\frac{\mathfrak{N}_2-\mathfrak{N}_3}{R_3}N'_1-\frac{\mathfrak{N}_3-\mathfrak{N}_4}{R_4}N'_2=0$$

geht über in

$$(11)\quad \mathfrak{N}_3\rho_3 N'_1=(N'_2-N'_1)(\mathfrak{N}_n\rho_n+\mathfrak{N}_{n-1}\rho_{n-1}+\ \ldots\ +\mathfrak{N}_4\rho_4).$$

Dividirt man (9) durch (10), so ergibt sich

$$\frac{\mathfrak{N}_3-R_1\rho_3}{\mathfrak{N}_1-R_1\rho_3}=\frac{1}{\mathfrak{N}_1}$$

oder

$$(12)\qquad R_3=R_1\left(1-\frac{1}{\mathfrak{N}_1}\right)=R_2.$$

Ferner erhält man durch Division von (11) durch (10)

$$\frac{R_1\rho_3}{\mathfrak{N}_1-R_1\rho_3}=\frac{N'_2-N'_1}{N'_1}$$

und hieraus durch Einsetzen des eben gefundenen Werthes von R_3

$$(13)\qquad 0=R_1(\rho_1-\rho_3)\quad \text{oder}\quad \rho_3=\rho_1.$$

Mit den Werthen (12) und (13) wird nun wieder, wenn man der schon gebrauchten Bezeichnung entsprechend

$$N''_0=1$$
$$N''_1=\mathfrak{N}_1$$
$$N''_2=\mathfrak{N}_1\mathfrak{N}_4+R_1\rho_4$$
u. s. w.

setzt, die neue Reihe

$$N_2=\mathfrak{N}_1^2 N''_0\ ,\quad N_3=\mathfrak{N}_1^2 N''_1\ ,\quad N_4=\mathfrak{N}_1^2 N''_2\ ,\ \ldots$$

erhalten, durch deren Substitution die Gleichungen (1) nach Weglassung der beiden ersten Paare übergehen in

$$(14)\quad \begin{cases} \dfrac{\mathfrak{N}_2-\mathfrak{N}_3}{R_3}N''_0=\dfrac{\mathfrak{N}_3-\mathfrak{N}_4}{R_4}N''_1=\ \ldots\ =\dfrac{\mathfrak{N}_{n-1}-\mathfrak{N}_n}{R_n}N''_{n-3} \\[2ex] \dfrac{N''_1-N''_0}{\rho_3}\mathfrak{N}_3=\dfrac{N''_2-N''_1}{\rho_4}\mathfrak{N}_4=\ \ldots\ =\dfrac{N''_{n-2}-N''_{n-3}}{\rho_n}\mathfrak{N}_n \end{cases}$$

und hieraus würden ganz auf dieselbe Weise die beiden Beziehungen

$$R_4 = R_2 \quad \text{und} \quad \rho_4 = \rho_1$$

abgeleitet werden können.

Überhaupt ist aus der bis hierher geführten Rechnung zur Genüge ersichtlich, daß man denselben Algorithmus so oft hintereinander anwenden kann, bis man schließlich nur noch die beiden Gleichungen

$$\frac{\mathfrak{R}_{n-2}-\mathfrak{R}_{n-1}}{R_{n-1}} N_0^{(n-2)} = \frac{\mathfrak{R}_{n-1}-\mathfrak{R}_n}{R_n} N_1^{(n-2)}$$

$$\frac{N_1^{(n-2)}-N_0^{(n-2)}}{\rho_{n-1}} \mathfrak{R}_{n-1} = \frac{N_2^{(n-2)}-N_1^{(n-2)}}{\rho_n} \mathfrak{R}_n$$

übrig behält, in welchen

$$R_{n-1} = R_1\left(1-\frac{1}{\mathfrak{R}_1}\right) \quad , \quad \rho_{n-1} = \rho_1$$

$$N_0^{(n-2)} = 1 \quad , \quad N_1^{(n-2)} = \mathfrak{R}_1 \quad , \quad N_2^{(n-2)} = \mathfrak{R}_1\mathfrak{R}_n + R_1\rho_n$$

$$\mathfrak{R}_n = 1 \quad , \quad \mathfrak{R}_{n-1} = \mathfrak{R}_n \quad , \quad \mathfrak{R}_{n-2} = \mathfrak{R}_{n-1}\mathfrak{R}_n + R_{n-1}\rho$$

zu nehmen ist. Sie gehen durch Einsetzen dieser Werthe über in

$$\mathfrak{R}_n = R_1\rho_n = \mathfrak{R}_1,$$

woraus sich ergibt

$$R_n = R_2 \quad \text{und} \quad \rho_n = \rho_1 + \frac{1}{R_1}.$$

Man hat also als Ergebniß der ganzen bisherigen Entwickelung

$$R_2 = R_3 = \ldots = R_n = \frac{R_1^2\rho_1}{\mathfrak{R}_1}$$

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \ldots = \rho_{n-1} \quad , \quad \rho_n = \rho_1 + \frac{1}{\mathfrak{R}_1}.$$

Bringt man nun diese Beziehungen mit den beiden letzten Gleichungen des Systems (1) in Verbindung, so wird

$$R_1 \frac{nR_1\rho_1+1}{R_1\rho_1+1} = R \quad , \quad n\rho_1 + \frac{1}{R_1} = \rho$$

und hieraus findet man schließlich die beiden jetzt allein noch unbekannten Größen R_1 und ρ_1.

Schreibt man der besseren Übersicht wegen die Werthe sämmtlicher Unbekannten noch einmal zusammen, so ist die Lösung der Maximumaufgabe für n Linien- und Batteriegruppen unter der Voraussetzung gleicher Batterieelemente, welche in einer unveränderlichen Ordnung ihrer Pole unter sich verbunden sind, in folgenden Gleichungen enthalten:

$$
(15)\left\{\begin{aligned}
R_1 &= \frac{1}{2n\rho}\left(R\rho+\sqrt{R^2\rho^2+4n(n-1)R\rho}\right)\\
R_2=R_3=\ldots=R_n &= \frac{1}{2n(n-1)\rho}\left((2n-1)R\rho-\sqrt{R^2\rho^2+4n(n-1)R\rho}\right)\\
\rho_1=\rho_2=\ldots=\rho_{n-1} &= \frac{1}{2n(n-1)R}\left((2n-1)R\rho-\sqrt{R^2\rho^2+4n(n-1)R\rho}\right)\\
\rho_n &= \frac{1}{2nR}\left(R\rho+\sqrt{R^2\rho^2+4n(n-1)R\rho}\right)
\end{aligned}\right.
$$

5.

Die eben erhaltenen Werthe (15) lassen sich auf sehr einfache Weise auch geometrisch darstellen. Aus der ersten und vierten der genannten Gleichungen folgen nämlich die Relationen

$$R_1\rho = R\rho_n \quad \text{und} \quad (nR_1-R)\rho_n = n-1.$$

Denkt man sich nun über den Seiten R und ρ ein rechtwinkeliges Parallelogramm construirt, so drückt die erste dieser beiden Beziehungen aus, daß der durch die Abscisse R_1 und die Ordinate $(n-1)\rho_1$ bestimmte Punkt auf der dem Anfangspunkte der Coordinaten gegenüberliegenden Diagonale des Parallelogrammes sich befindet. Seine Lage in dieser Diagonale wird durch die zweite Relation, welche offenbar die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel ist, näher bestimmt.

Zu ihrer Construction nehme man in der nebenstehenden Figur, in welcher A den Anfangspunkt der Coordinaten vorstellt und $AB=R$, $AC=\rho$ gemacht ist, die Linie $AE=CF=\frac{R}{n}$, halbire den Winkel DFE, und schneide auf der Theilungslinie ein Stück $FG=\sqrt{\frac{2(n-1)}{n}}$ ab. Legt man nun durch den Punkt G zu den Asymptoten DF und EF

eine gleichseitige Hyperbel, so schneidet diese Curve die Diagonale BC in M, und es ist, wenn man durch M die HJ mit AC parallel zieht

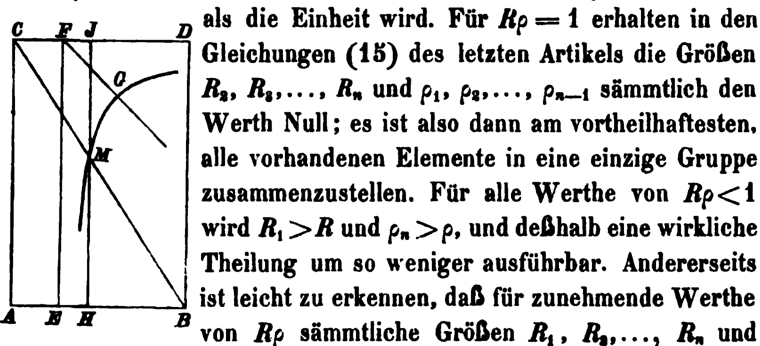
$$\overline{AH} = R_1$$

$$\overline{JM} = \rho_n$$

$$\frac{1}{n-1} \cdot \overline{HB} = R_2 = R_3 = \ldots = R_n$$

$$\frac{1}{n-1} \cdot \overline{HM} = \rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_{n-1}.$$

Die durch diese Formeln vorgeschriebene Theilung der Größen R und ρ ist nur so lange möglich, als das Product $R\rho$ nicht kleiner als die Einheit wird. Für $R\rho = 1$ erhalten in den Gleichungen (15) des letzten Artikels die Größen $R_2, R_3, \ldots, R_n$ und $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_{n-1}$ sämmtlich den Werth Null; es ist also dann am vortheilhaftesten, alle vorhandenen Elemente in eine einzige Gruppe zusammenzustellen. Für alle Werthe von $R\rho < 1$ wird $R_1 > R$ und $\rho_n > \rho$, und deßhalb eine wirkliche Theilung um so weniger ausführbar. Andererseits ist leicht zu erkennen, daß für zunehmende Werthe von $R\rho$ sämmtliche Größen $R_1, R_2, \ldots, R_n$ und $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n$ immer mehr den Werthen $\frac{R}{n}$ und $\frac{\rho}{n}$ sich nähern, mit welchen sie für $R\rho = \infty$ ganz zusammenfallen.



Es bleiben nun noch die Intensitäten der derivirten Ströme anzugeben, welche im Gefolge der Maximumtheilung der Größen R und ρ in den einzelnen Zweiglinien und Gruppen auftreten. Führt man zu dem Ende die Werthe (15) des vorigen Artikels in die Gleichung $\mathfrak{R}_1 = R_1\rho_1 + 1$ ein, und bezeichnet den zugehörigen Werth von $\mathfrak{R}_1$ mit P, so ergibt sich

$$P = \frac{2n(n-1) + R\rho + W}{2n^2}.$$

wobei zur Abkürzung $W = \sqrt{R^2\rho^2 + 4n(n-1)R\rho}$ gesetzt ist. Nun müssen aber nach den Entwickelungen des vorigen Artikels für das

Maximum die Größen $N_1, N_2, \ldots, N_{n-1}$ der Reihe nach den Potenzen der Größe P gleich gemacht werden, wodurch sich, wenn man zur besseren Unterscheidung diese speciellen Werthe durch $\overset{\circ}{N}_1, \overset{\circ}{N}_2, \ldots, \overset{\circ}{N}_{n-1}$ darstellte, die Gleichungen ergeben

$$\overset{\circ}{N}_1 = P\,,\quad \overset{\circ}{N}_2 = P^2, \ldots, \quad \overset{\circ}{N}_{n-1} = P^{n-1}.$$

Der Werth $\overset{\circ}{N}_n$ folgt diesem Gesetze nicht mehr, sondern muß unmittelbar aus der Definitionsgleichung

$$\overset{\circ}{N}_n = \overset{\circ}{N}_{n-1}\left(\mathfrak{R}_n + \frac{\rho_n}{\rho_{n-1}}\right) - \overset{\circ}{N}_{n-2}\frac{\rho_n}{\rho_{n-1}}$$

durch Einsetzen der vorstehenden Werthe von $\overset{\circ}{N}_{n-1}$ und $\overset{\circ}{N}_{n-2}$ und der Beziehungen (15) des vorhergehenden Artikels ermittelt werden. Man erhält

$$\overset{\circ}{N}_n = (P+1)\,P^{n-1}.$$

Führt man diese Werthe in die Gleichungen (2) und (3) des dritten Artikels ein, so ergibt sich

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \overset{\circ}{s}_{n-k} &= \frac{\alpha}{r_{n-k}\overset{\circ}{\rho}_{n-k}} \cdot \frac{P-1}{P+1} \cdot \frac{1}{P^k} \quad (k = 1, 2, \ldots, n-1) \\ \overset{\circ}{s}_n &= \frac{\alpha}{r_n\overset{\circ}{\rho}_n} \cdot \frac{P}{P+1} \\ \overset{\circ}{\Sigma}_n &= \alpha\left(1 - \frac{1}{(P+1)P^{n-1}}\right), \end{aligned}\right.$$

wodurch die gesuchten Verhältnisse bestimmt sind. Die über den einzelnen Zeichen stehenden Nullen sollen wieder andeuten, daß diese Gleichungen sich nur auf den speciellen Fall der Maximumtheilung beziehen.

Wenn man die Anzahl n der Gruppen immer größer werden läßt, so nähert sich der stetig abnehmende Werth von P immer mehr der Einheit, woraus folgt, daß schließlich die Hälfte der ganzen in Bewegung gesetzten Elektricität in der letzten Gruppe circulirt, während alle übrigen Gruppen nur verschwindend kleine Antheile derselben erhalten. Schreibt man wieder wie früher $r_{n-k}\overset{\circ}{s}_{n-k}\overset{\circ}{\rho}_{n-k} = \overset{\circ}{\sigma}_{n-k}$, so folgt aus den Gleichungen (1)

$$\frac{\overset{0}{\sigma}_{n-k}}{\overset{0}{\sigma}_{n-k-1}} = P \quad , \quad \frac{\sigma_n}{\overset{0}{\sigma}_{n-1}} = \frac{P^2}{P-1}.$$

Wird hier für einen Augenblick $\frac{P^2}{P-1} = a$ gesetzt, wobei a eine stets positive Größe bedeutet, so ist auch

$$\frac{\partial a}{\partial P} = \frac{P(P-2)}{(P-1)^2} \text{ und } \frac{\partial^2 a}{\partial P^2} = \frac{2}{(P-1)^3}.$$

Es wird also a ein Minimum für $P=2$, d. h. die Summe der Theilströme der letzten Gruppe beträgt bei der Maximumtheilung mindestens das Vierfache der zur vorletzten Gruppe gehörigen Theilsumme; von dieser nach vorne gezählt nehmen, wenn $a=4$ ist, die übrigen Summen ab, wie die Glieder einer geometrischen Reihe mit dem Exponenten $\frac{1}{2}$. Damit a seinen kleinsten Werth 4 erhalten könne, muß zwischen den Größen R und ρ und der Gruppenanzahl n eine bestimmte Beziehung stattfinden, welche sich leicht ergibt, wenn man in der Gleichung

$$P = \frac{2n(n-1)+R\rho+W}{2n^2}$$

$P=2$ nimmt. Es wird dann

$$R\rho = \frac{(n+1)^2}{2}$$

und hiermit

$$\overset{0}{\rho}_1 = \overset{0}{\rho}_2 = \ldots = \overset{0}{\rho}_{n-1} = \frac{\rho}{n+1}$$

$$\overset{0}{\rho}_n = \frac{2\rho}{n+1}.$$

Durch Einsetzen dieser Werthe in die Gleichungen (1) ergibt sich nun weiter

$$\frac{\overset{0}{s}_{n-k}}{\overset{0}{s}_{n-k-1}} = 2\frac{r_{n-k-1}}{r_{n-k}} \quad , \quad \frac{\overset{0}{s}_n}{\overset{0}{s}_{n-1}} = 2\frac{r_{n-1}}{r_n}.$$

Hätte man also außer den bereits aufgestellten Bedingungen auch noch

$$r_{n-k} = 2r_{n-k-1} \quad , \quad r_n = 2r_{n-1},$$

d. h. befände sich in jeder Liniengruppe mindestens ein Zweig, dessen Widerstand das Doppelte ist von dem Widerstande eines Zweiges der unmittelbar vorhergehenden Gruppe, so würden alle diese Zweiglinien von gleich starken Strömen durchlaufen, und dabei wäre doch noch immer die Menge der im ganzen Systeme in Bewegung befindlichen Elektricität ein Maximum und ausgedrückt durch

$$\dot{\Sigma}_n = \alpha\left(1 - \frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2^{n-1}}\right).$$

6.

Bei allen Untersuchungen der drei letzten Artikel lag, wie schon bemerkt wurde, die Voraussetzung zu Grunde, daß die Batterie aus gleichen Elementen bestehe, welche alle in derselben Ordnung ihrer Pole unter einander verbunden sind. Leider hört die bisher in den Formeln vorhandene Symmetrie, welche deren Behandlung wesentlich erleichterte, ganz auf, so wie man die beiden angegebenen Bedingungen bei Seite stellt. Obgleich sich in Folge dieses Umstandes die Rechnungen in sehr unangenehmer Weise compliciren, glaube ich doch wenigstens die Untersuchung des einfachsten hierher gehörigen Falles — eines Systems mit zwei Batteriegruppen, welche unter sich in verkehrter Ordnung der Pole, außerdem mit einer beliebigen Anzahl von Zweiglinien verbunden sind — noch mittheilen zu sollen, um an diesem Beispiele nachzuweisen, daß die seither allein in Anwendung gekommene Ordnung der Batterieverbindungen durchaus nicht immer auch die vortheilhafteste ist.

Zur besseren Übersicht wird es zweckmäßig sein, vorerst noch einen Augenblick bei der bisher betrachteten Verbindungsweise zu verweilen.

Nach den in den beiden ersten Artikeln angegebenen Formeln ist für diese Verbindung
die Summe der Zweigströme in der ersten Gruppe

$$r_1\rho_1 s_1 = \frac{1}{N_2}\left(E_1\mathfrak{R}_2\rho_1 - E_2R_1\rho_1\rho_2\right)$$

die Summe der Zweigströme in der zweiten Gruppe

$$r_2\rho_2 s_2 = \frac{1}{N_2}\left(E_1\rho_2 + E_2\mathfrak{R}_1\rho_2\right).$$

Der bei Verwendung gleicher Elemente nachgewiesene Satz, daß die Zweigströme in allen Linien sich in derselben Richtung bewegen, ist hier offenbar nur so lange richtig, als in der ersten Theilsumme das erste Glied größer ist als das zweite. Würde $E_2 = \frac{E_1}{R_1}\left(R_2 + \frac{1}{\rho_2}\right)$ genommen, so würden alle Theilströme der ersten Gruppe verschwinden und eine umgekehrte Richtung erhalten, wenn $E_2 > \frac{E_1}{R_1}\left(R_2 + \frac{1}{\rho_2}\right)$ gemacht würde. Diese Ungleichheit würde aber in den meisten Fällen eine sehr bedeutende Verschiedenheit der elektromotorischen Kräfte der einzelnen Elemente voraussetzen. Da man aus andern Gründen so verschiedenartige Elemente nicht leicht in einer und derselben Batterie vereinigen wird, so soll dieser letzte Fall nicht näher in Betracht gezogen werden.

Für die übrigen Fälle ist dann die Intensität des Gesammtstromes wieder ausgedrückt durch

$$\Sigma_2 = \frac{1}{N_2}\left(E_1(\Re_2\rho_1 + \rho_2) + E_2\rho_2\right).$$

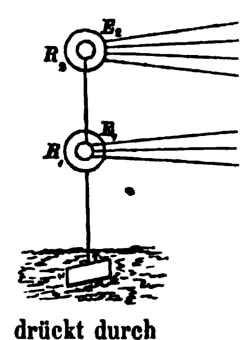
Differenzirt man diese Gleichung partiell nach E_1 und E_2, so wird

$$\frac{\partial\Sigma_2}{\partial E_1} = \frac{\Re_2\rho_1 + \rho_2}{N_2}\,, \qquad \frac{\partial\Sigma_2}{\partial E_2} = \frac{\rho_2}{N_2}.$$

Beide Differentialquotienten sind positiv; es findet also in jedem Falle eine Vermehrung der Intensität des Gesammtstromes statt, wenn E_1 oder E_2 oder beide zusammen einen Zuwachs erhalten. Weil aber der erste Differentialquotient immer größer ist als der zweite, so ist es für die Intensität des Gesammtstromes vortheilhafter, die Elemente mit größerer elektromotorischer Kraft in die erste Gruppe zu stellen. Es ergibt sich dieses Resultat übrigens auch unmittelbar aus dem bloßen Anblicke des Ausdruckes für Σ_2.

Annäherungsweise läßt sich diese Betrachtung auch auf eine Batterie anwenden, welche ursprünglich aus gleichen Elementen bestand, in der aber letztere während des Gebrauches den Werth ihrer Constanten in beiden Gruppen ungleichmäßig geändert haben. Diese Änderung erfolgt wie bekannt gewöhnlich dadurch, daß bei fortgesetztem Gebrauche der innere Widerstand des Elementes abnimmt, während seine elektromotorische Kraft nur unbeträchtlichen

Schwankungen ausgesetzt ist. So lange der Widerstand der Batterie beträchtlich kleiner ist als der des Schließungsbogens, kann man sich die aus den angegebenen Ursachen eintretende Änderung der Stromstärke ohne großen Fehler auch dadurch hervorgebracht denken, daß R constant bleibt, während E einen entsprechenden Zuwachs erhält. Dann ist die obige Betrachtung unmittelbar anwendbar, und es folgt aus ihr beispielsweise, daß wenn man die Batterien gruppenweise in verschiedenen Zeitabschnitten durch frisch zusammengestellte ersetzt, man die neugefüllten den übrigen von rückwärts anreihen muß, um die stärksten Wirkungen zu erzielen.



Nehmen wir nun an, es werde die bisherige Ordnung in der Verbindung der Batteriegruppen aufgegeben, etwa dadurch, daß wie in nebenstehender Figur die Aufeinanderfolge der Pole in der zweiten Gruppe umgekehrt wird, so hat man in den oben angegebenen Formeln, um dieselben diesem Falle anzupassen, nur das Vorzeichen von E_2 zu ändern. Die Summen der Zweigströme in jeder Gruppe sind dann ausgedrückt durch

$$(r_1\rho_1 s_1)' = \frac{1}{N_2}\left(E_1\Re_2\rho_1 + E_2 R_1\rho_1\rho_2\right)$$

$$(r_2\rho_2 s_2)' = \frac{1}{N_2}\left(E_1\rho_2 - E_2\Re_1\rho_2\right).$$

Es werden also bei dieser Verbindungsweise — sehr wenige Fälle ausgenommen, mit denen wir uns wieder nicht weiter befassen wollen — die Zweigströme der Linien der ersten Gruppe in der Regel entgegengesetzt gerichtet sein mit denen der zweiten Gruppe. Versteht man wieder wie seither unter Gesammtstrom die absolute Menge der im ganzen Systeme in Bewegung befindlichen Elektricität, so wird unter der oben gemachten Einschränkung seine Intensität Σ_2' hier offenbar ausgedrückt durch die algebraische Differenz der vorstehenden beiden Ausdrücke für $(r_1\rho_1 s_1)'$ und $(r_2\rho_2 s_2)'$, nämlich durch

$$\Sigma_2' \doteq \frac{1}{N_2}\Big(E_1(\Re_2\rho_1 - \rho_2) + E_2\rho_2(2R_1\rho_1 + 1)\Big)$$

und hieraus folgt

$$\frac{\partial \Sigma_2'}{\partial E_1} = \frac{\Re_2\rho_1 - \rho_2}{N_2}, \quad \frac{\partial \Sigma_2'}{\partial E_2} = \frac{\rho_2(2R_1\rho_1 + 1)}{N_2}.$$

Ein Zuwachs von E_2 führt mithin bei dieser Verbindungsweise immer eine Vermehrung des Gesammtstromes herbei; eine Zunahme von E_1 bewirkt dies aber nur dann, wenn zugleich $\mathfrak{R}_2\rho_1 > \rho_2$ ist, welcher Bedingung in der Regel allerdings ebenfalls genügt sein wird. In welche Gruppe die Elemente mit größerer elektromotorischer Kraft zu stellen sein werden, hängt von dem Zeichen der Differenz $\mathfrak{R}_2\rho_1 - 2\mathfrak{R}_1\rho_2$ ab. Ist diese Differenz positiv, so hat man die stärkeren Elemente in die erste, im entgegengesetzten Falle in die zweite Gruppe zu bringen.

Zur Vereinfachung der weiteren Betrachtungen möge von jetzt an wieder angenommen werden, daß sämmtliche in der Batterie vorhandenen Elemente unter sich gleich seien, d. h. daß wie früher für jedes einzelne derselben der Quotient $\frac{E_\mu}{R_\mu} = \alpha$ einen constanten Werth habe. Es wird dann für die entgegengesetzte Verbindung

$$(r_1\rho_1 s_1)' = \frac{\alpha}{N_2} R_1\rho_1(2R_2\rho_2+1)$$

$$(r_2\rho_2 s_2)' = -\frac{\alpha}{N_2}\rho_2(\mathfrak{R}_1 R_2 - R_1),$$

mithin unter der fast immer erfüllten Voraussetzung, daß $\mathfrak{R}_1 R_2 > R_1$ sei,

$$\Sigma_2' = \frac{\alpha}{N_2}\Big(R_1\rho_1(2R_2\rho_2+1)+\rho_2(\mathfrak{R}_1 R_2 - R_1)\Big)$$

oder nach einer leichten Transformation

$$\Sigma_2' = \alpha\left(1 - \frac{1}{N_2} + \frac{2R_1\rho_2(R_2\rho_1 - 1)}{N_2}\right). \tag{1}$$

Da nun nach der Gleichung (3) des dritten Artikels für die gewöhnliche Verbindung der Batteriegruppen

$$\Sigma_2' = \alpha\left(1 - \frac{1}{N_2}\right)$$

ist, so sieht man, daß durch die entgegengesetzte Verbindung eine intensivere Bewegung der Elektricität so lange hervorgerufen wird, als $R_2 > \frac{1}{\rho_1}$ ist. Diese Ungleichheitsbedingung kann aber in Wirklichkeit sehr leicht erfüllt werden, um so leichter, je größer die

Anzahl der mit der ersten Batteriegruppe in Verbindung gebrachten Zweiglinien genommen wird. Am stärksten tritt die Verschiedenheit der Werthe von Σ_2 und Σ_2' an der Grenze hervor, wenn man sich die Größen ρ_1 und ρ_2 ins Unendliche zunehmend denkt. Es wurde schon im Art. 3 bemerkt, daß dann Σ_2 den Werth α erhält, während nach (1) Σ_2' für diesen Fall den Werth 3α annimmt. Ebenso verschieden wie diese Grenzwerthe der Summen für das ganze System verhalten sich die der Theilsummen in den verschiedenen Gruppen. Man findet nämlich für $\rho_1 = \rho_2 = \infty$

bei der gewöhnlichen Verbindung	bei der entgegengesetzten Verbindung
$r_1\rho_1 s_1 = 0$	$(r_1\rho_1 s_1)' = 2\alpha$
$r_2\rho_2 s_2 = \alpha$	$(r_2\rho_2 s_2)' = -\alpha.$

Es folgt hieraus, daß, wenn nicht gleiche Stromrichtung in sämmtlichen Zweiglinien unerläßliche Bedingung ist, die Verwendung der entgegengesetzten Verbindung in sehr vielen Fällen vortheilhafter ist. Was den Zinkverbrauch in der Batterie betrifft, so versteht es sich von selbst, daß derselbe der Steigerung der Stromstärke entsprechend zunehmen muß. Bekanntlich geht aber in jedem Elemente eine beträchtliche Menge Zink durch innere Processe und ohne Nutzen für die Elektricitäts-Entwickelung verloren, und es besteht der Vortheil, den eine Verringerung der Anzahl der Elemente bei constant bleibendem Effecte mit sich bringt, eben darin, daß man diese secundären Verluste in möglichst enge Grenzen einschließt.

7.

Der im vierten Artikel allgemeiner durchgeführten Untersuchung analog bleibt nun auch für die entgegengesetzte Verbindung der beiden betrachteten Batteriegruppen zu ermitteln, wie die Größen R und ρ zu theilen sind, damit die im ganzen Systeme circulirende Elektricitätsmenge ein Maximum werde.

Da hier $R_1 + R_2 = R$ und $\rho_1 + \rho_2 = \rho$, so ist auch $R_2 = R - R_1$ und $\rho_2 = \rho - \rho_1$ und nach Einführung dieser Werthe läßt sich die Gleichung (1) des vorhergehenden Artikels auch schreiben wie folgt

$$(1) \qquad \Sigma_2' = \alpha\left(3 - \frac{3 + 2R\rho + 2R_1\rho - 2R\rho_1}{N}\right)$$

wobei

$$N = R_1^2\rho_1^2 - R_1^2\rho\rho_1 - RR_1\rho_1^2 + RR_1\rho\rho_1 + R_1\rho_1 - R\rho_1 + R\rho + 1$$

ist. Die Werthe der beiden absolut veränderlichen Größen R_1 und ρ_1 sind somit den Maximumbedingungen entsprechend aus den Gleichungen

$$0 = \frac{\partial N}{\partial R_1}(3 + 2R\rho + 2R_1\rho - 2R\rho_1) - 2\rho N \tag{2}$$

$$0 = \frac{\partial N}{\partial \rho_1}(3 + 2R\rho + 2R_1\rho - 2R\rho_1) + 2RN \tag{3}$$

zu bestimmen, in welchen

$$\frac{\partial N}{\partial R_1} = 2R_1\rho_1^2 - R\rho_1^2 - 2R_1\rho\rho_1 + R\rho\rho_1 + \rho_1$$

$$\frac{\partial N}{\partial \rho_1} = 2R_1^2\rho_1 - R_1^2\rho - 2RR_1\rho_1 + RR_1\rho + R_1 - R$$

zu nehmen ist. Durch Einführung dieser Werthe gehen die Gleichungen (2) und (3) über in

$$\begin{aligned} &\rho_1^3(2R^2 - 4RR_1) - \rho_1^2(5R + 4R^2\rho - 6R_1 - 8RR_1\rho - 2R_1^2\rho) \\ &\quad + \rho_1(3 + 7R\rho + 2R^2\rho^2 - 6R_1\rho - 4RR_1\rho^2 - 2R_1^2\rho^2) - 2R\rho^2 - 2\rho = 0 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} &-R_1^3(2\rho^2 - 4\rho\rho_1) - R_1^2(\rho - 6\rho_1 + 2R\rho_1^2) \\ &\quad + R_1(3 + 3R\rho + 2R^2\rho^2 - 6R\rho_1 - 4R^2\rho\rho_1 + 2R^2\rho_1^2) - R = 0. \end{aligned} \tag{5}$$

Die directe Elimination einer der beiden Unbekannten gibt für die Bestimmung der andern eine sehr verwickelte Gleichung vom 12[ten] Grade. Es ist deßhalb zur Ermittlung dieser Größen nachstehendes Verfahren vorzuziehen:

Multiplicirt man die Gleichung (2) mit R, die Gleichung (3) mit ρ und addirt die Producte, so erhält man

$$\left(R\frac{\partial N}{\partial R_1} + \rho\frac{\partial N}{\partial \rho_1}\right)(3 + 2R\rho + 2R_1\rho - 2R\rho_1) = 0$$

und hieraus durch Einsetzen der Werthe der Differentialquotienten und gehöriges Zusammennehmen

$$\begin{aligned} &(3 + 2R\rho + 2R_1\rho - 2R\rho_1)(2R_1\rho_1 - R_1\rho - R\rho_1 + 1) \\ &\qquad (R_1\rho + R\rho_1 - R\rho) = 0. \end{aligned}$$

Es muß also entweder

$$3+2R\rho+2R_1\rho-2R\rho_1=0 \tag{6}$$

oder

$$2R_1\rho_1-R_1\rho-R\rho_1+1=0 \tag{7}$$

oder endlich

$$R_1\rho+R\rho_1-R\rho=0 \tag{8}$$

sein; die successive Combination dieser drei Bedingungen mit den beiden vorgelegten Gleichungen liefert alle Paare simultaner Wurzeln, welche eben diesen Gleichungen Genüge leisten.

Als Resultat dieser Operation ergibt sich, daß die Gleichungen (4) und (5) durch zwölf Paare von Werthen identisch gemacht werden, daß von diesen Wurzelpaaren jedoch nur acht eine bestimmte Bedeutung besitzen, während höchstens drei derselben physikalisch darstellbar sind. Auch von diesen drei letzten Paaren genügt, so lange sie überhaupt von einander verschieden sind, nur ein einziges den Bedingungen der vorliegenden Aufgabe.

Aus Rücksicht auf den Raum soll der Gang dieser etwas umständlichen Untersuchung nur in Umrissen angedeutet und blos soweit specieller ausgeführt werden, als er für das hier zu erreichende Resultat von unmittelbarem Interesse ist.

Daß die Combination der Bedingung (6) mit den beiden Grundgleichungen kein physikalisch mögliches Wurzelpaar liefern kann, folgt sofort aus der Bemerkung, daß die genannte Bedingung in physikalischer Hinsicht selbst unmöglich ist. Würde man dieselbe dennoch in die Grundgleichungen einführen, indem man aus ihr und einer der letzteren die Unbekannte ρ_1 eliminirt, so erhält man für R_1 eine biquadratische Gleichung, welche immer zwei, unter Umständen sogar vier reelle Wurzeln hat. Es können dieselben, zusammen mit den zugehörigen ρ_1, aber nicht als eigentliche Wurzelwerthe der Grundgleichungen gelten, da durch ihre Substitution in (1) die Größe Σ'_2 den unbestimmten Werth $\frac{0}{0}$ erhält.

Setzt man die Bedingung (7) in die beiden Gleichungen (4) und (5) ein, so ergeben sich vier in mathematischer Beziehung vollständig genügende Wurzelpaare, von welchen jedoch nur zwei physikalisch realisirt werden können, und auch diese nur so lange, als das Product $R\rho$ der Bedingung $R\rho>\frac{9}{5}$ Genüge leistet. Wenn $R\rho<\frac{9}{5}$ ist, so werden die zu diesen beiden Paaren gehörigen Wurzelwerthe von

R_1 und ρ_1 imaginär. Denkt man sich die Größe R_1 als Abscisse, ρ_1 als erste, Σ_2' als zweite Ordinate eines rechtwinkeligen Coordinatensystems, so liegen alle Scheitelpunkte von Σ_2' in einer krummen Fläche mit der Eigenschaft, daß sie über dem in der (x, y) Ebene aus den Seiten R und ρ gebildeten Vierecke durch eine senkrechte Ebene, welche die dem Anfangspunkte der Coordinaten gegenüberliegende Diagonale des Viereckes enthält, in zwei symmetrische Hälften getheilt wird. Nach den Erörterungen des vorhergehenden Artikels ist aber klar, daß für die vorliegende Aufgabe höchstens diejenigen Werthe von R_1 und ρ_1 ein physikalisches Interesse haben können, welche innerhalb des oben bezeichneten Viereckes liegen. Für die beiden oben erwähnten Wurzelpaare ist dies nun wirklich der Fall. Sie erhalten für den speciellen Werth $R\rho = \frac{9}{5}$ gleiche Größe, und es stellt dann $R_1 = \frac{R}{3}$, $\rho_1 = \frac{2\rho}{3}$ eine Doppelwurzel vor, für welche das zugehörige Σ_2' in der Diagonalebene selbst liegt. Für alle Werthe von $R\rho > \frac{9}{5}$ liegt je ein Wurzelpaar in jeder Hälfte des erwähnten Viereckes; die zugehörigen unter sich gleichen und zur Diagonalebene symmetrisch liegenden Werthe von Σ_2' sind locale Maxima, welche nur für ihre unmittelbare Umgebung ausgezeichnete Werthe und für die gegenwärtige Untersuchung kein besonderes Interesse besitzen. Die beiden andern zur Bedingung (7) gehörigen Wurzelpaare sind zwar immer reell, liegen aber, welchen Werth man auch dem Producte $R\rho$ geben möge, außerhalb des allein in Betracht kommenden Viereckes.

Führt man endlich die dritte Bedingung (8) in die beiden Gleichungen (2) und (3) ein, so nehmen dieselben die nachstehende Gestalt an

$$4R_1^3\rho\rho_1 + 2R_1^2(\rho + 3\rho_1 - R\rho_1^2) + 3R_1(1 - R\rho_1) - R = 0$$

$$6\rho_1^2(R_1 + R_1^2\rho) + \rho_1(3 - R_1\rho - 4R_1^2\rho^2) - 2\rho - 2R_1\rho^2 = 0.$$

Multiplicirt man die erste Gleichung mit $3R_1\rho + 3$, die zweite mit RR_1 und addirt die Producte, so ergibt sich, wenn man die einzelnen Glieder gehörig ordnet

$$(R_1\rho + 1)(2R_1\rho + 3)(2R_1\rho_1 + 1)(3R_1 - R) = 0.$$

Wenn man nun jeden dieser linearen Factoren, abermals mit der Bedingung (8) combinirt, so liefert der erste, dritte und vierte vier

weitere Wurzelpaare, von welchen aber nur das letzte physikalisch dargestellt werden kann, und gerade dieses Paar, welchem die Einzelwerthe

$$(9) \qquad R_1 = \frac{R}{3} \quad , \quad \rho_1 = \frac{2\rho}{3}$$

zukommen, und mit welchem die beiden oben erwähnten localen Maxima für den speciellen Werth $R\rho = \frac{9}{5}$ zusammenfallen, ist das gesuchte Maximum maximorum.

Vorstehender Rechnungsgang wurde deßhalb gewählt, weil derselbe zur vollständigen Kenntniß sämmtlicher Wurzelpaare der Gleichungen (2) und (3) führt. Würde man sich mit der Ermittlung der in der Bedingung (8) enthaltenen Wurzeln, unter welchen sich allerdings die eigentliche Auflösung der Aufgabe befindet, begnügen, so führt der folgende Weg viel einfacher zum Ziele:

Durch Elimination der mit Differentialquotienten multiplicirten Glieder aus den Gleichungen (2) und (3) erhält man, wenn man noch bemerkt, daß die Größe N weder unendlich noch null ist, sofort

$$R \frac{\partial N}{\partial R_1} + \rho \frac{\partial N}{\partial \rho_1} = 0$$

und hieraus durch Integration

$$\rho_1 = C - \frac{\rho}{R} R_1.$$

Die Integrationsconstante C drückt die Entfernung vom Anfangspunkte aus, in welcher die durch vorstehende Gleichung dargestellte gerade Linie die Ordinatenaxe schneidet, und hat, wie aus den Bedingungen der Aufgabe erhellt, den Werth ρ. Hiermit geht dann die letzte Gleichung über in

$$\rho_1 = \rho - \frac{\rho}{R} R_1 \quad \text{oder in} \quad R_1\rho + R\rho_1 - R\rho = 0$$

wie auch in (8) gefunden wurde.

Es bleibt nun noch nachzuweisen, daß bei einer den Gleichungen (9) entsprechenden Theilung der Größen R und ρ und bei der entgegengesetzten Verbindung der Batteriegruppen die Zweigströme der Linien in beiden Gruppen auch wirklich entgegengesetzte Richtungen erhalten, da die ganze letzte Entwickelung nur unter dieser

Voraussetzung Giltigkeit hat. Nach dem vorhergehenden Artikel ist diese Bedingung erfüllt, so lang $R_2\mathfrak{R}_1 > R_1$ ist. Setzt man hier die Werthe $R_1 = \frac{R}{3}$, $R_2 = \frac{2R}{3}$ und $\rho_1 = \frac{2\rho}{3}$ ein, so geht diese Ungleichheit über in

$$\frac{4R\rho}{9} + 1 > 0.$$

Da die linksstehende Größe nur positive Werthe haben kann, so sieht man, daß das Maximum in dieser Beziehung immer zulässig ist.

Zur Bestimmung der bei dieser Maximumtheilung im ganzen Systeme in Bewegung gebrachten Elektricitätsmenge erhält man durch die Substitution der Werthe (9) in der Gleichung (1) die sehr einfache Beziehung

$$\Sigma_2' = \alpha \frac{3R\rho}{R\rho + 9}. \qquad (10)$$

Der Werth dieses Bruches wächst gleichzeitig mit dem Producte $R\rho$ oder (bei unverändertem ρ) mit dem Werthe von R und nähert sich stetig seinem Grenzwerthe 3α. Hieraus folgt also, daß dieser Maximumwerth von Σ_2' nur als ein relativer betrachtet werden kann, und daß ein solcher im absoluten Sinne (wie bei der von Ohm untersuchten Aufgabe) gar nicht existirt. Es gilt diese Bemerkung in derselben Weise auch für das früher bestimmte $\overset{0}{\Sigma}_n$.

Was die Vertheilung der Elektricitätsmenge (10) in den beiden Liniengruppen anbelangt, so findet man für dieselbe leicht

$$(r_1\rho_1 s_1)' = \alpha \frac{2R\rho}{R\rho + 9}, \qquad (r_2\rho_2 s_2)' = -\alpha \frac{R\rho}{R\rho + 9}.$$

Im Maximumfalle ist somit bei der entgegengesetzten Verbindung beider Batteriegruppen in der ersten Liniengruppe genau doppelt so viel Elektricität in strömender Bewegung, als in den Linien der zweiten Gruppe, und es fällt diese Vertheilung mit dem weiter oben bei beliebiger Theilung von R und ρ für unendlich große ρ_1 und ρ_2 ermittelten Verhältnisse in bemerkenswerther Weise zusammen. Wollte man also bei der hier betrachteten Anordnung in den Zweiglinien beider Gruppen annähernd gleich intensive Zweigströme haben, so wäre das nur dadurch zu erreichen, daß man die Größe ρ_1 entweder aus der doppelten Gliederzahl oder aus der gleichen Anzahl halb so großer

Glieder bildet, als die Summe ρ_2; mit andern Worten, man hätte bei dieser Verbindung der Batteriegruppen die Zweiglinien vom größten Widerstande von der ersten Batteriegruppe auslaufen zu lassen.

Mit Hilfe der obenstehenden Formeln lassen sich noch mehrere Aufgaben lösen, welche zu einer näheren Vergleichung der aus den verschiedenen Verbindungsweisen zweier Batteriegruppen entspringenden Resultate dienen. Z. B.

Ein durch die Größen R und ρ bestimmtes System wurde den Maximalbedingungen entsprechend in zwei Gruppen mit gewöhnlicher Verbindung der Elemente zerlegt; wie viele Elemente gleicher Art muß man bei entgegengesetzter Verbindung der beiden Batteriegruppen in dem wieder dem Maximum entsprechend angeordneten Systeme verwenden, damit die ganze Elektricitätsströmung in beiden Fällen denselben Werth behalte? Ferner:

Welche Elementenzahl liefert für die entgegengesetzte Verbindung bei der dem Maximum entsprechenden Zweitheilung in der ersten Liniengruppe dieselbe Strommenge, als eine gegebene Elementenanzahl für die gewöhnliche Verbindung, ebenfalls bei Maximaltheilung, in der zweiten Liniengruppe? u. s. w.

Obgleich diese Fragen in der Wirklichkeit vorkommen, glaube ich doch, mich bei ihnen nicht weiter aufhalten zu sollen, da ihre Beantwortung mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden ist. —

In der eben durchgeführten Untersuchung waren beide Größen R und ρ gleichzeitig unter die beiden Gruppen zu vertheilen. Man könnte eben sowohl für eine dieser Größen von vorne herein eine bestimmte Theilung vorschreiben, und nur die andere so in zwei Theile zerlegen wollen, daß diese Zerlegung dem Maximum der Stromstärke entspricht.

Es hängt zwar dann die Bestimmung der einzigen unabhängigen veränderlichen Größe nur von der Auflösung einer quadratischen Gleichung ab; dafür erscheint aber der Werth dieser Unbekannten in irrationaler Gestalt. Man findet nämlich, wenn von vorne herein eine bestimmte Theilung der Batterie vorgeschrieben wäre

$$\rho_1 = \frac{1}{2R}\Bigg(3 + 2\rho(2R_1 + R_2)$$

$$- \sqrt{7 - 2\left(\frac{2R_1}{R_2} - \frac{R_2}{R_1}\right) + 2\rho\left[R_1\left(7 - \frac{2R_1}{R_2}\right) + 3R_2\right] + 4R_1\rho^2(2R_1 + R_2)}\Bigg)$$

und umgekehrt bei einer gegebenen Theilung der Zweiglinien

$$R_1 = \frac{1}{2\rho}\Bigg(-3-2R\rho_2$$

$$+\sqrt{7-2\left(\frac{2\rho_2}{\rho_1}-\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)+2R\left[\rho_2\left(7-\frac{2\rho_2}{\rho_1}\right)+3\rho_1\right]+4R^2\rho_2(\rho_1+2\rho_2)}\Bigg).$$

Die Curven, welche den geometrischen Ort des Maximum für ein gegebenes R_1 oder ρ_1 darstellen, sind also Linien der vierten Ordnung. Sie besitzen die Eigenschaft, daß im Allgemeinen drei ihrer gemeinschaftlichen Durchschnitte innerhalb des von den Seiten R und ρ gebildeten Viereckes liegen. Von diesen Schnittpunkten befindet sich immer mindestens einer auf der dem Anfangspunkte der Coordinaten gegenüber liegenden Diagonale, und stellt das oben bestimmte Maximum maximorum für die willkürliche Theilung von R und ρ vor.

Dieser Durchschnittspunkt ist auch in algebraischer Beziehung dadurch ausgezeichnet, daß seine Coordinaten $R_1 = \frac{R}{3}$ und $\rho_1 = \frac{2\rho}{3}$ die einzigen positiven Werthe sind, für welche in den beiden vorstehenden Curvengleichungen die rechte Seite rational wird, ohne daß den Größen R und ρ bestimmte Werthe beigelegt werden.

Denn soll z. B. in dem Ausdrucke für ρ_1 sich die Quadratwurzel in endlicher Form ausziehen lassen, so muß offenbar sein

$$7-\frac{4R_1}{R_2}+\frac{2R_2}{R_1}=\mu^2$$

$$R_1\left(7-\frac{2R_1}{R_2}\right)+3R_2=\mu\nu$$

$$8R_1^2+4R_1R_2=\nu^2$$

Hieraus folgt

$$\frac{\mu}{\nu}=\frac{7-\frac{4R_1}{R_2}+\frac{2R_2}{R_1}}{7R_1-\frac{2R_1^2}{R_2}+3R_2}=\frac{7R_1-\frac{2R_1^2}{R_2}+3R_2}{8R_1^2+4R_1R_2}$$

oder

$$(R_1+R_2)^2(2R_1-R_2)^2=0.$$

Der erste Factor gibt für R_1 einen negativen Werth, der zweite dagegen $R_1=\frac{R_2}{2}$ oder, da $R_1+R_2=R$ sein muß, $R_1=\frac{R}{3}$, womit

die obige Behauptung erwiesen ist. Dieselbe Rechnung gilt sofort auch für die Gleichung der zweiten Curve, wenn man nur ρ_2 statt R_1 und ρ_1 statt R_2 schreibt.

8.

Von den im ersten Artikel angeführten allgemeinen Gleichungen (1) enthält jede mindestens zwei Größen s mit verschiedenem Index, dagegen immer nur eine einzige von den Größen R. In Folge dieses Umstandes kann, wenn man in einem aus mehreren Gruppen bestehenden Systeme die Constanten der Batterie als gegeben betrachtet, die Kenntniß der Werthe der verschiedenen Zweigströme s immer nur durch ein wirkliches Eliminationsverfahren erlangt werden. Wenn man aber umgekehrt die Intensitäten dieser Zweigströme von vorneherein fixirt, und dann die in jede Gruppe zu bringenden galvanischen Elemente so bestimmen will, daß die durch sie im ganzen Systeme hervorgerufenen Zweigströme die gegebenen Werthe annehmen, so nehmen die zu dieser Bestimmung dienenden Formeln eine weit einfachere Gestalt an. Man hätte hiernach also z. B. die Intensität s_1 des Zweigstromes in einer Linie der ersten Gruppe als gegeben zu betrachten, und dann die übrigen Größen $s_2, s_3, \ldots, s_n$ aus den vorhandenen Gleichungen so zu bestimmen, daß sie die Bedingungen $s_2 = c_2 s_1$, $s_3 = c_3 s_1, \ldots, s_n = c_n s_1$ erfüllen, wobei $c_2, c_3, \ldots, c_n$ ebenfalls gegebene Größen vorstellen.

Um homogenere Formeln zu erhalten, wird es aber angemessener sein, eine neue Größe s durch nachstehende Bedingungen einzuführen

$$s_1 = c_1 s\ , \quad s_2 = c_2 s\ , \ldots\ , s_n = c_n s,$$

wobei s immer positiv genommen werden kann, da über die Vorzeichen der Factoren $c_1, c_2, \ldots, c_n$ noch nicht disponirt wurde. Eliminirt man durch diese Bedingungen aus den Gleichungen (1) des ersten Artikels die Größen $s_1, s_2, \ldots, s_n$, so ergibt sich

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}
R_1 s(c_1 r_1 \rho_1 + c_2 r_2 \rho_2 + c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n) &= E_1 - s c_1 r_1 \\
R_2 s(c_2 r_2 \rho_2 + c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n) &= E_2 + s(c_1 r_1 - c_2 r_2) \\
R_3 s(c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n) &= E_3 + s(c_2 r_2 - c_3 r_3) \\
&\;\vdots \\
R_{n-1} s(c_{n-1} r_{n-1} \rho_{n-1} + c_n r_n \rho_n) &= E_{n-1} + s(c_{n-2} r_{n-2} - c_{n-1} r_{n-1}) \\
R_n s c_n r_n \rho_n &= E_n \quad + s(c_{n-1} r_{n-1} - c_n r_n)
\end{aligned}\right.$$

und hieraus

$$R_1 = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_1 - s c_1 r_1}{c_1 r_1 \rho_1 + c_2 r_2 \rho_2 + c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n}$$

$$R_2 = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_2 + s(c_1 r_1 - c_2 r_2)}{c_2 r_2 \rho_2 + c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n}$$

$$R_3 = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_3 s(c_2 r_2 - c_3 r_3)}{c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n}$$

$$\vdots$$

$$R_{n-1} = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_{n-1} + s(c_{n-2} r_{n-2} - c_{n-1} r_{n-1})}{c_{n-1} r_{n-1} \rho_{n-1} + c_n r_n \rho_n}$$

$$R_n = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_n + s(c_{n-1} r_{n-1} - c_n r_n)}{c_n r_n \rho_n}$$

Für die Werthe von $R_1, R_2, \ldots, R_n$, welche aus diesen Gleichungen hervorgehen, ist bis jetzt nur die Bedingung vorhanden, daß sie unter allen Umständen positiv ausfallen müssen. Dieser Forderung kann aber, da die vorhandenen n Gleichungen die $n+1$ willkürlichen Größen $c_1, c_2, \ldots, c_n$ und s enthalten, noch auf unendlich viele Weisen genügt werden, und es müßte, um die Aufgabe zu einer bestimmten zu machen, eine weitere Relation zwischen den eben genannten Größen gegeben sein.

Nimmt man zuerst an, daß alle Elemente unter sich und mit den Linien in derselben Ordnung der Pole verbunden, und daß ferner sämmtliche Zweigströme unter sich und mit dem positiven s gleichgerichtet sind, und bezeichnet man durch $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ eine Reihe von positiven echten Brüchen, so müssen, damit die Widerstände $R_1, R_2, \ldots, R_n$ positive Werthe erhalten, nachstehende Bedingungen erfüllt sein

$$c_1 r_1 s = \theta_1 E_1$$

$$c_2 r_2 s = \theta_2 (E_2 + c_1 r_1 s)$$

$$c_3 r_3 s = \theta_3 (E_3 + c_2 r_2 s)$$

$$\vdots$$

$$c_n r_n s = \theta_n (E_n + c_{n-1} r_{n-1} s)$$

Diese Gleichungen erhalten eine für die Zahlenrechnung etwas bequemere Gestalt, wenn man anstatt der noch willkürlichen Brüche $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ einen Mittelwerth θ einführt, welcher also ebenfalls zwischen 0 und $+1$ liegt; sie gehen dann über in

$$
\begin{aligned}
c_1 r_1 s &= E_1 \theta \\
c_2 r_2 s &= E_2 \theta + E_1 \theta^2 \\
c_3 r_3 s &= E_3 \theta + E_2 \theta^2 + E_1 \theta^3 \\
&\vdots \\
c_n r_n s &= E_n \theta + E_{n-1} \theta^2 + E_{n-2} \theta^3 + \ldots + E_1 \theta^n
\end{aligned}
$$

und bestimmen die Verhältnisse, in welchen bei gegebenen E_1, $E_2, \ldots, E_n$ die Größen $c_1, c_2, \ldots, c_n$ zu einander stehen müssen, damit die zugehörigen Batteriewiderstände $R_1, R_2, \ldots, R_n$ mögliche Werthe erhalten.

Es werde nun ferner vorausgesetzt, daß alle Elemente bei ungeänderter gegenseitiger Verbindung auch gleicher Natur seien, oder daß man habe $E_\mu = \alpha R_\mu$, wobei wieder, wie früher, α einen constanten Factor vorstellt. Bei dieser Annahme besitzen, wie in Artikel 3 gezeigt wurde, alle Zweigströme des ganzen Systems gleiche Richtungen, und die Gleichungen (1) gehen über in

$$
(2)\left\{
\begin{aligned}
c_1 r_1 s &= R_1\big(\alpha - (c_1 r_1 \rho_1 + c_2 r_2 \rho_2 + c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n) s\big) \\
(c_2 r_2 - c_1 r_1) s &= R_2\big(\alpha - (c_2 r_2 \rho_2 + c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n) s\big) \\
(c_3 r_3 - c_2 r_2) s &= R_3\big(\alpha - (c_3 r_3 \rho_3 + \ldots + c_n r_n \rho_n) s\big) \\
&\vdots \\
(c_{n-1} r_{n-1} - c_{n-2} r_{n-2}) s &= R_{n-1}\big(\alpha - (c_{n-1} r_{n-1} \rho_{n-1} + c_n r_n \rho_n) s\big) \\
(c_n r_n - c_{n-1} r_{n-1}) s &= R_n(\alpha - c_n r_n \rho_n s).
\end{aligned}
\right.
$$

Es müssen also aus dem schon angegebenen Grunde die Größen s und $c_1, c_2, \ldots, c_n$ den Ungleichheiten

$$\alpha > (c_1 r_1 \rho_1 + c_2 r_2 \rho_2 + \ldots + c_n r_n \rho_n) s$$

und

$$
\begin{aligned}
c_2 r_2 &> c_1 r_1 & \quad\text{oder}\quad c_2 &> \frac{r_1}{r_2} c_1 \\
c_3 r_3 &> c_2 r_2 & c_3 &> \frac{r_2}{r_3} c_2 \\
&\vdots & &\vdots \\
c_n r_n &> c_{n-1} r_{n-1} & c_n &> \frac{r_{n-1}}{r_n} c_{n-1}
\end{aligned}
$$

genügen; innerhalb dieser Grenzen kann über die genannten Größen noch immer frei verfügt werden. Sollten z. B. die verschiedenen Zweigströme die Glieder einer geometrischen Reihe mit dem Exponenten c bilden, so hätte man zu setzen

$$c_1 = c\,,\quad c_2 = c^2, \ldots\ldots c_n = c^n,$$

wodurch die oben aufgestellten Ungleichheiten folgende Form erhalten

$$\alpha > (r_1\rho_1 + c r_2\rho_2 + c^2 r_3\rho_3 + \ldots + c^{n-1} r_n\rho_n)\, cs$$

$$c > \frac{r_1}{r_2}$$

$$c > \frac{r_2}{r_3}$$

$$\vdots$$

$$c > \frac{r_{n-1}}{r_n}.$$

Die letzten $n-1$ Ungleichheiten lassen sich durch die einzige

$$c^{n-1} > \frac{r_1}{r_n} \quad \text{oder} \quad c > \sqrt[n-1]{\frac{r_1}{r_n}}$$

ersetzen, welche in Verbindung mit der ersten die erforderlichen Grenzwerthe für die Wahl der Größen c und s liefert.

Wenn verlangt wird, daß alle Zweigströme gleiche Intensität erhalten, so wird auch von diesen beiden Ungleichheiten noch eine überflüssig. Man hat nämlich dann $c_1 = c_2 = \ldots = c_n = c$ zu nehmen, und in den Gleichungen (2) kommen die Größen c explicite gar nicht mehr vor, wenn man in ihnen der Kürze wegen s statt cs schreibt. Denkt man sich noch die Widerstände $r_1, r_2, \ldots, r_n$ der Zweiglinien so geordnet, daß sie in der Reihenfolge ihrer Indices wachsen, oder daß jedes Glied der Reihe $r_1, r_2, \ldots, r_n$ größer oder wenigstens nicht kleiner ist, als alle vorhergehenden, so hat man nur die Größe s so zu wählen, daß

$$s < \frac{\alpha}{r_1\rho_1 + r_2\rho_2 + \ldots + r_n\rho_n}$$

wird, um aus der Gleichung

$$R_\mu = \frac{(r_\mu - r_{\mu-1})s}{\alpha - (r_\mu\rho_\mu + r_{\mu+1}\rho_{\mu+1} + \ldots + r_n\rho_n)s}$$

für den Batteriewiderstand einer beliebigen Gruppe des Systems einen möglichen, d. h. positiven Werth zu erhalten.

Die bisher festgehaltene Einschränkung, daß die einzelnen Elemente der verschiedenen Batteriegruppen in einer unabänderlichen Ordnung unter sich verbunden seien, ist, wie leicht einzusehen, für das vorliegende Verfahren durchaus nicht wesentlich. Um auch einen Fall zu betrachten, in welchem diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist, möge angenommen werden, daß die 2[te], 4[te],..., $(2k)$[te] Batteriegruppe mit der 1[ten], 3[ten],..., $(2k-1)$[ten] bei verwechselter Ordnung der Pole verbunden ist; es sollen gleichzeitig die Zweigströme der Liniengruppen mit geradem Index die umgekehrte Richtung erhalten als die der ungeraden Gruppen. Zur Vermeidung von Doppelzeichen werde ferner vorausgesetzt, daß die Gruppenzahl des ganzen Systems eine gerade und alle in ihm enthaltenen galvanischen Elemente unter sich gleich sind.

Da unter diesen Annahmen $E_2, E_4, \ldots, E_{2k}$ im entgegengesetzten Sinne wirken, so hat man nun statt $\alpha R_2, \alpha R_4, \ldots, \alpha R_{2k}$ zu schreiben $-\alpha R_2, -\alpha R_4, \ldots, -\alpha R_{2k}$, d. h. in allen Gruppen mit geradem Index $-\alpha$ statt α zu setzen; ferner müssen auch die Größen $c_2, c_4, \ldots, c_{2k}$ das entgegengesetzte Vorzeichen erhalten, da die Ströme dieser Gruppen in verkehrter Richtung fließen und s immer als positive Größe gelten soll. Hierdurch nehmen die Gleichungen (2) nachstehende Gestalt an:

$$c_1 r_1 s = R_1\Big(\alpha + c_2 r_2 \rho_2 s + c_4 r_4 \rho_4 s + \ldots + c_{2k} r_{2k} \rho_{2k} s - (c_1 r_1 \rho_1 s + c_3 r_3 \rho_3 s + \ldots + c_{2k-1} r_{2k-1} \rho_{2k-1} s)\Big)$$

$$-(c_2 r_2 + c_1 r_1) s = R_2\Big(c_2 r_2 \rho_2 s + c_4 r_4 \rho_4 s + \ldots + c_{2k} r_{k2} \rho_{2k} s - (\alpha + c_3 r_3 \rho_3 s + \ldots + c_{2k-1} r_{2k-1} \rho_{2k-1} s)\Big)$$

$$(c_3 r_3 + c_2 r_2) s = R_3\Big(\alpha + c_4 r_4 \rho_4 s + \ldots + c_{2k} r_{2k} \rho_{2k} s - (c_3 r_3 \rho_3 s + \ldots + c_{2k-1} r_{2k-1} \rho_{2k-1} s)\Big)$$

$$\vdots$$

$$(c_{2k-1} r_{2k-1} + c_{2k-2} r_{2k-2}) s = R_{2k-1}(\alpha + c_{2k} r_{2k} \rho_{2k} s - c_{2k-1} r_{2k-1} \rho_{2k-1} s)$$

$$-(c_{2k} r_{2k} + c_{2k-1} r_{2k-1}) s = R_{2k}(c_{2k} r_{2k} \rho_{2k} s - \alpha)$$

und es folgen aus denselben für die Größen $R_1, R_2, \ldots, R_{2k}$ positive Werthe, sobald

$$\alpha+(c_2r_2\rho_2+c_4r_4\rho_4+\ldots+c_{2k}r_{2k}\rho_{2k})s>(c_1r_1\rho_1+c_3r_3\rho_3+\ldots+c_{2k-1}r_{2k-1}\rho_{2k-1})s$$

$$\alpha+(c_3r_3\rho_3+\ldots+c_{2k-1}r_{2k-1}\rho_{2k-1})s>(c_2r_2\rho_2+c_4r_4\rho_4+\ldots+c_{2k}r_{2k}\rho_{2k})s$$

$$\alpha\quad+(c_4r_4\rho_4+\ldots+c_{2k}r_{2k}\rho_{2k})s>\quad(c_3r_3\rho_3+\ldots+c_{2k-1}r_{2k-1}\rho_{2k-1}).$$

$$\vdots$$

$$\alpha+c_{2k}r_{2k}\rho_{2k}s>\quad c_{2k-1}r_{2k-1}\rho_{2k-1}s$$

$$\alpha>\quad c_{2k}r_{2k}\rho_{2k}s$$

Indem man in diesem Systeme von unten beginnt und nach oben fortgeht, kann man die zulässigen Grenzwerthe für die Größen $c_{2k}, c_{2k-1}, \ldots, c_1$ ohne Mühe ermitteln. Der Grenzwerth für s ergibt sich, wenn man sämmtliche Ungleichheiten durch Addition vereinigt. Es wird nämlich

$$2k\alpha>(c_1r_1\rho_1+c_3r_3\rho_3+\ldots+c_{2k-1}r_{2k-1}\rho_{2k-1})s$$

oder

$$s<\frac{2k\alpha}{c_1r_1\rho_1+c_3r_3\rho_3+\ldots+c_{2k-1}r_{2k-1}\rho_{2k-1}}.$$

Würde man verlangen, daß alle Zweigströme, abgesehen von ihrer bereits bestimmten Richtung, gleich intensiv sein sollen, so wäre nur die einzige Bedingung

$$s<\frac{2k\alpha}{r_1\rho_1+r_3\rho_3+\ldots+r_{2k-1}\rho_{2k-1}}$$

zu erfüllen, wobei wieder s statt cs geschrieben ist, und ganz ähnliche Formeln ergeben sich auch für eine ungerade Gruppenzahl.

Über die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize.

(Dritte Abhandlung.)

Von **Ernst Mach.**

Anschließend an zwei ältere Publicationen gebe ich hier einige weitere Untersuchungen der daselbst besprochenen Phänomene.

I. Die perspectivischen Bilder gekrümmter einfärbiger z. B. gleichförmig weißer Flächen bieten die verschiedensten Lichtflächen dar, je nach der Beleuchtungsart und nach der Gestalt jener Flächen.

Es verlohnt sich der Mühe, den Zusammenhang der Gestalt und Beleuchtungsart einer gleichförmigen Fläche mit der Lichtfläche ihres perspectivischen Bildes und der zugehörigen Empfindungsfläche näher zu untersuchen.

Die Lichtintensität des Elementes einer beleuchteten Fläche ist proportional der Intensität der Lichtquelle (natürlich auch abhängig vom Material der Fläche), verkehrt proportional dem Quadrate der Entfernung des Elementes von der Quelle und direct proportional dem Sinus des Neigungswinkels der Lichtstrahlen gegen das Element.

Die Lichtintensität des perspectivischen Bildes eines solchen Flächenelementes auf der Netzhaut ist einfach der Lichtintensität dieses Elementes proportional. Sie hängt nicht mehr ab von der Entfernung des Auges und des Elementes. Zwar nimmt die Lichtmenge, die vom Element auf die Netzhaut gelangt, im quadratischen Verhältniß mit der Entfernung ab, in gleicher Weise aber verkleinert sich die Fläche des Elementbildes. Ich führe dies an, theils um meine Voraussetzungen genau zu fixiren, theils auch weil manche der

betreffenden Punkte in sehr gangbaren Büchern über Beleuchtungs-constructionen falsch angegeben sind.

Denken wir uns unter den genannten Voraussetzungen eine Fläche $z = F(x, y)$ unter parallelstrahliger Beleuchtung (etwa im Sonnenlichte). Das Licht falle nach der Richtung der X-Axe ein. Statt des perspectivischen Bildes nehmen wir die orthogonale Projection auf die XY-Ebene und setzen die Beleuchtung der Projectionen gleich jener der projicirten Elemente, so erhalten wir leicht die Gleichung der Lichtfläche dieser Projection:

$$i = \frac{-\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2 + 1}}$$

wobei i die Lichtintensität bedeutet, die wir bei senkrechter Incidenz $= 1$ setzen.

Wäre umgekehrt die Lichtfläche $i = \varphi(x, y)$ bekannt, so könnte die Form der gekrümmten Fläche, welcher sie bei Parallelbeleuchtung nach der X-Richtung zukommt, durch Integration der partiellen Differentialgleichung

$$\varphi(x, y) = \frac{-\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2 + 1}}$$

gefunden werden.

Man sieht sofort, daß die erste Frage eine bestimmte, die zweite aber eine unbestimmte ist, d. h. einer Lichtfläche entsprechen mehrere gekrümmte beleuchtete Flächen selbst bei einer Beleuchtungsart. Diese Entwicklung, so wie die folgenden gelten nur unter der Annahme, daß kein Theil der Fläche auf den andern weder Schatten noch Reflexe wirft. Auch muß bei der Vergleichung mit der Erfahrung in Betracht gezogen werden, daß jede wirkliche Fläche rauh ist. Fällt also das Licht nahezu tangential zu einem Elemente ein, so erscheint dasselbe nicht gleichförmig beleuchtet, sondern fleckig, weil die vorspringenden Theilchen desselben auf die anderen Schatten werfen.

Die beleuchtete Fläche soll jetzt eine Cylinderfläche mit zur Z-Axe paralleler verticaler Cylinderaxe sein. Die Leitlinie derselben sei $y = f(x)$, die X-Axe bezeichne wieder die Lichtrichtung. Dann

ist die Lichtfläche auch cylindrisch und die Gleichung der Lichtcurve:

$$i = \frac{\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}}.$$

Ist die Lichtcurve $i = \varphi(x)$ gegeben, so finden wir den zugehörigen beleuchteten Cylinder durch Integration der Gleichung:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\pm\varphi(x)}{\sqrt{1 - \varphi(x)^2}}.$$

Die Integrationsconstante ändert die Natur der Fläche nicht, dagegen gibt das doppelte Zeichen zu erkennen, daß es zwei congruente (oder was in diesem Falle dasselbe ist, zu einander symmetrische) Cylinderflächen sind, welche dieselbe Lichtcurve geben. Eine Cylinderfläche gibt, wenn das Licht von rechts nach der Abscissenaxe einfällt, dieselbe Lichtcurve wie die in Bezug auf die XZ-Ebene zu ihr symmetrische, wenn das Licht von links einfällt. Oder eine Cylinderfläche wenn das Licht von rechts einfällt, gibt dieselbe Lichtcurve wie ihr von oben nach unten umgestürzter Negativabguss, wenn das Licht von links einfällt.

Knickungen der Leitcurve des Cylinders geben sich als Discontinuitäten in der Lichtcurve zu erkennen. Wo die Steigungscurve der Leitcurve eine Knickung hat, da ist eine solche auch in der Lichtcurve zu finden.

Nehmen wir die Z-Axe zur Axe eines geraden Cylinders mit kreisförmiger Basis, so können wir leicht berechnen, daß bei nach der X-Axe einfallendem Lichte die Lichtcurve eine Gerade ist. Die Lichtfläche wird also eine zur Netzhautebene geneigte Ebene. Umgekehrt entspricht einer ebenen Lichtfläche immer ein beleuchteter gerader Cylinder mit kreisförmiger Basis, dessen Axe zur Durchschnittslinie der Lichtfläche und der Netzhaut parallel ist.

Die Leitcurve des Cylinders sei $y^2 = 2rx - x^2$, dann ist die Lichtcurve $i = \frac{-x}{r} + 1$ wenn wir die Intensität des senkrecht beleuchteten Elementes $= 1$ setzen. Die Lichtcurve geht nur von $x = o$ bis $x = r$, weil die andere Hälfte des Cylinders unbeleuchtet vorausgesetzt wird.

Wir können nun die gekrümmten Flächen dazu benützen, um unser Gesetz über den Zusammenhang der Lichtfläche und Empfindungsfläche auch an diesen zu prüfen.

In Fig. 1, *A* sei *ab* ein Kreisbogen (von etwa 60°) von *c* aus beschrieben. Bei *b* ziehen wir an den Kreis die Tangente *bd*. Die Curve *abd* beginnt also mit einem Kreisbogen und lauft ohne Knickung in eine Gerade aus. Wenn wir nun einen Cylinder von der Basis *abde* aus Holz schneiden, die krumme Fläche mit weißem Papier überziehen und das Licht in der Richtung des Pfeiles darauf fallen lassen, so ist dem obigen gemäß die entsprechende Lichtcurve in Fig. 1, *B* dargestellt. Die Knickung bei *g* entspricht dem Punkte *b*. Unserem Gesetze gemäß müssen wir dem *b* entsprechend einen dunklen Streifen wahrnehmen, und so verhält es sich auch.

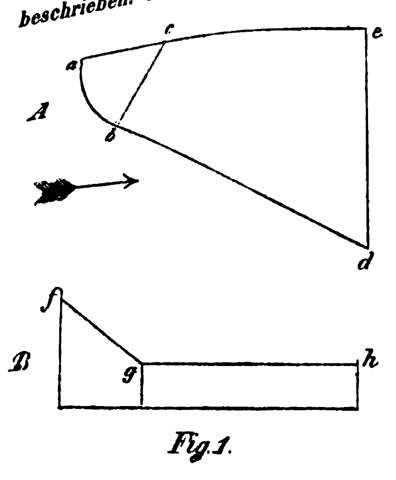


Fig. 1.

Man sieht den Streifen schon ohne besondere Veranstaltung im directen Sonnenlicht, es stört aber hiebei noch das diffuse Licht, welches außerdem auf den Cylinder fällt. Schöner ist die Erscheinung, wenn man den Cylinder in einen innen geschwärzten Kasten (*abcgfed* Fig. 2) stellt, welcher das diffuse Licht abhält und der blos zwei Öffnungen hat, eine bei *ad* für den Eintritt des directen Sonnenlichtes und eine zweite *fg* für das Auge des Beobachters.

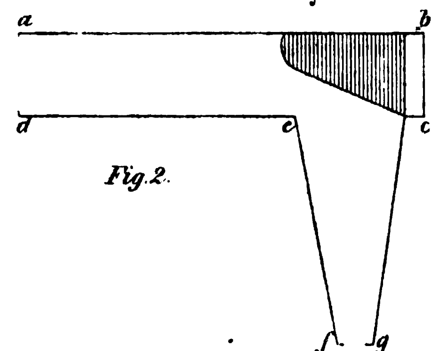


Fig. 2.

Auch andere Cylinder zeigen, in den Kasten gebracht, immer die theoretisch erwartete Erscheinung. Unser Gesetz erfährt also auch hier seine Bestätigung.

Der Zusammenhang der krummen beleuchteten Flächen und ihrer Lichtflächen ist noch in einer andern Beziehung merkwürdig. Bereits in der vorausgehenden Abhandlung habe ich erwähnt, daß manche rotirende Scheiben sehr plastisch aussehen. Zuweilen machen sie denselben Effect als wenn sie aus Gyps modellirt wären. Das Gleiche bemerkt man an den durchsichtigen Photographien der rotirenden Scheiben auf Glas.

Man kann sich nun durch systematische Versuche überzeugen, daß die Lichtcurve eines seitlich beleuchteten beliebigen Cylinders als Sector auf die rotirende Scheibe übertragen, dem Auge die betreffende Cylinderfläche immer plastisch vorführt, wenn man das Licht auf die rotirende Scheibe in derselben Weise auffallen läßt, wie es auf die Cylinderfläche fiel, für welche man die Lichtcurve construirte. Fällt das Licht auf die Scheibe entgegengesetzt auf, so sieht man den Negativabguss der betreffenden Cylinderfläche plastisch vor sich.

Das Auge reconstruirt also die Gestalt der beleuchteten Fläche aus der Lichtfläche. Das Resultat dieser Construction ist keine bloße Vorstellung sondern eine Raumempfindung. Die dem Auge gegebenen Elemente genügen auch wirklich zu dieser Construction. Haben wir eine Cylinderfläche mit verticaler Axe vor uns und fällt das Licht von links ein, so müssen zunächst die rechts liegenden Theile der Fläche, soll sie anders beleuchtet sein, an uns näher herantreten als die links liegenden. Ferner kann die Fläche, da wo ihre Beleuchtung nach rechts zunimmt nur gegen uns concav, wo sie nach rechts abnimmt, nur gegen uns convex sein. Damit ist aber die Gestalt der Fläche beiläufig bestimmt.

Wie führt nun das Auge diese Construction aus? Vielleicht durch ein Schlußverfahren? Ich glaube nicht, daß dies die Thatsache am richtigsten bezeichnen würde.

Denken wir uns für einen Moment, jede Netzhautstelle könnte außer der Lichtempfindung von verschiedener Qualität und Intensität, noch Tiefenempfindung von verschiedener Intensität aus sich entwickeln. Es wäre nun nur mehr ein einfacher Reflexmechanismus nöthig, der mit der Lichtempfindung zugleich die Tiefenempfindung auslöst, um die Erscheinungen zu begreifen. Drei von rechts nach links aufeinanderfolgende Netzhautelemente, von welchen das linke immer stärker beleuchtet ist als das rechte, müßten immer in sich

drei Tiefenempfindungen entwickeln, welche in umgekehrter Richtung wachsen, jedoch so, daß das mittlere Element eine etwas größere Tiefenempfindung aufweist als das Mittel der Tiefenempfindung der beiden Nachbarelemente. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß das Licht von links einfällt, welcher Umstand sich in dem Netzhautbilde ebenfalls deutlich ausspricht.

Gesetzt aber, ein solcher Reflexmechanismus würde nicht schon in der Netzhaut vorbereitet liegen, so müßte sich derselbe beim Sehacte entwickeln. Die Tiefenempfindung wird nämlich auch von anderer Seite her durch das binoculare Sehen angeregt und immer trifft dieselbe Lichtvertheilung mit derselben Tiefenempfindungsvertheilung hiebei zusammen. Eine Regelung des Reflexmechanismus (wie Wundt sich denselben denkt), scheint mir demnach unausweichlich. Ist die Darwin'sche Theorie richtig, so erbt sich der Mechanismus auch fort, d. h. er entwickelt sich unter günstigen Umständen bei den Descendenten noch leichter als bei den Eltern.

Ich sitze oft des Abends am Clavier und plaudere über die verschiedensten Dinge ohne im Geringsten an das zu denken, was meine Hände auf der Claviatur phantasiren. Doch geschieht es mir fast nie, daß ich einen falschen Accord oder eine unrichtige Auflösung ausführe. Wie weiß sich nun hier meine linke Hand zur rechten, wie weiß sich ein Finger zum andern zu finden? Die Finger und Hände haben sich unter dem Einfluß der Musiktheorie und des Ohres gewöhnt, gerade so mit einander umzugehen und sie behalten nun ihre Manier noch bei, auch wenn Musiktheorie und Ohr abwesend sind. Man könnte hier auch an unbewußte Schlüsse denken. Aber einfacher ist der Reflexmechanismus. Ich möchte sogar zugeben, daß die Finger schlußähnlich verfahren, aber ihre Prämissen liegen nicht im Ohr und nicht im Generalbaß, von welchen sie nichts wissen, sondern blos in den gewohnten Tastempfindungen. Ähnlich ist es wohl beim Auge. Die Netzhaut weiß nichts von Perspective, nichts von Beleuchtungsconstructionen, die dem bewußten Denken angehören, zieht also auch keine Schlüsse daraus. Doch lassen sich die Dinge leicht so darstellen, als ob dort die Schlüsse aus der Musiktheorie, hier aus der Perspective gezogen würden.

Der plastische monoculare Effect der rotirenden Scheiben hat mich veranlaßt, Binocularconstructionen in dieser Art auf rotirenden Cylindern auszuführen und dieselben unter das Stereoscop zu bringen.

Wenn ich eine verticale Gerade durch eine Sinnsoïde als Leitlinie bewege, so entsteht eine wellige Cylinderfläche. Diese setze ich von der Seite beleuchtet voraus und stelle mir die beiden Lichtflächen für die beiden Augen auf demselben rotirenden Cylinder neben einander dar. Alle Lichtintensitäten gehen hier continuirlich ohne Sprung in einander über. Jedes Bild für sich spiegelt mir nun die genannte Cylinderfläche plastisch vor. Noch plastischer sehe ich sie, wenn ich die beiden Bilder durch Schielen zur Deckung bringe. Auf diese Weise kann man Stereoscopbilder ganz ohne Contouren darstellen.

II. Läßt man eine sternförmig ausgeschnittene Scheibe vor einer gleichmäßigen Ebene als Grund rotiren, so bemerkt man aus bereits bekannten Ursachen zwei Ringe, den einen an den einspringenden, den andern an den ausspringenden Ecken des Sternes. Ist der Stern heller als der Grund, so finden wir den ersten Ring heller, den zweiten dunkler als die Umgebung. Umgekehrt, wenn der Stern dunkler ist. Bei gleicher Helligkeit des Sternes und des Grundes verschwindet der erstere bei der Rotation ganz auf dem letzteren. — Die Ringe scheinen zu glänzen, wenn die Ebenen des Sternes und des Grundes ziemlich weit auseinanderfallen und bei Bewegungen. Ebenso glänzen die hellen und dunklen Linien bei beschatteten Flächen, wenn man die Schatten bewegt. Es erinnert mich dies an den stereoscopischen Glanz und an eine andere Erscheinung, die ich früher besprochen. (Reichert u. Dubois' Archiv 1865.)

III. Wenn ich die Fig. 5 oder 6 auf Taf. II meiner Abhandlung im 52. Bde. der Sitzungsberichte scharf ansehe und in ihrer Ebene einigemale rasch herumdrehe, so scheinen sich die parallelen Linien eigenthümlich zu krümmen. Bei längerem Betrachten merke ich, daß sie sämmtlich wellig, bauchig, mit Knoten und Auswüchsen versehen erscheinen und dieser Anblick verschwindet nicht, bevor sich das Auge gründlich erholt hat. Es sieht fast so aus, als ob durch die Ermüdung die Raumempfindungen in Unordnung gerathen wären, so wie die Lichtempfindung in Unordnung geräth, wenn das Gesichtsfeld mit Nachbildern erfüllt ist und die gleichmässigste Fläche fleckig erscheint. Nachbilder von Bewegungen sind bekannt. Die Wellen und Knoten an Linien wurden auch schon bei mikrometrischen Distanzschätzungen sehr feiner und nahe aneinander befindlichen Linien beobachtet und bekanntlich auf die Netzhautelemente bezogen.

Da sie aber auch bei viel dickeren Linien auftreten, so ist es sehr fraglich, ob überhaupt bei der Erscheinung die Netzhautelemente eine Rolle spielen.

Nach der gewöhnlichen Sprechweise würde man diese Erscheinung unter die Sinnestäuschungen einreihen. Es wäre jedoch am zweckmäßigsten, diesen Namen ganz aus der Wissenschaft zu verbannen. Die Sinne täuschen nie und zeigen nie richtig. Wir wissen eben nichts als daß die Sinne unter verschiedenen Umständen verschieden wirken. Wenn es mitunter den Anschein hat, als ob unter gleichen Umständen eine verschiedene Wirkung eintreten würde, so liegt dies nur daran, daß unter gleichen äusseren Umständen noch die inneren in den Organen selbst liegenden verschieden sein können.

IV. Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen bin ich des vielen Sectorenmalens müde geworden und habe eine einfache Vorrichtung ersonnen, wodurch man wenigstens eine sehr große Anzahl verschiedener Lichtcurven darstellen kann. Dieselbe beruht auf der Fourier'schen Reihe. Nennen wir auf der Mantelfläche eines rotirenden Cylinders die Richtung parallel zur Axe x und die Lichtintensität i, so läßt sich diese darstellen in der Form $i = a \sin rx + b \sin 2rx + c \sin 3rx + \ldots$.

Wir können also jede Lichtcurve erzielen durch bloßes Auftragen von Sinussectoren. Es handelt sich nur darum die Amplitudenwerthe $a, b, c \ldots$ veränderlich zu machen.

Man findet leicht

$$m \sin rx + m \sin (rx + \xi) = m. \sqrt{2(1 + \cos \xi)} \sin (rx + \eta.)$$

wobei

$$Tg\eta = \frac{1 + \cos \xi}{\sin \xi}$$

d. h., zwei gegen einander verschiebbare Sinussectoren von gleicher Amplitüde ersetzen einen Sinussector von veränderlicher Amplitüde. Der Werth des Ausdruckes $m \sqrt{2(1 + \cos \xi)}$ kann stetig von o bis $2m$ wachsen.

Ich bringe über die Mantelfläche eines Cylinders zwei Papierringe Fig. 3 $\alpha\alpha$, $\beta\beta$, und unter dieselben auf Papierstreifen, welche in der Richtung der Cylinderaxe (Richtung des Pfeiles)

verschiebbar sind, die Sinussectoren. Die Figur stellt die zwei ersten Paare dar. In der gezeichneten Stellung gibt der Cylinder eine gleichförmig graue Fläche. Die Vorrichtung läßt sich außerdem zur Versinnlichung vieler mathematischer und physikalischer Dinge benützen.

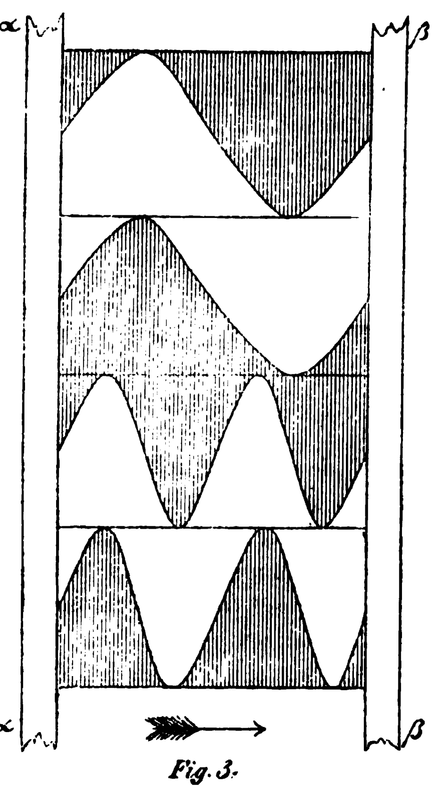


Fig. 3.

Könnte man nun noch in bequemer Weise die Verschiebung der Sinussectorenpaare von dem Drehungswinkel abhängig machen, so wären nicht nur cylindrische, sondern auch allgemeine Lichtflächen auf diese Art darstellbar.

V. Der stereoscopische Effect, welcher durch eine gewisse Vertheilung des Lichtreizes auf einer Netzhaut hervorgerufen wird, hat mich zu einigen Versuchen über das stereoscopische Sehen veranlaßt, das bekanntlich auf einer gewissen Ungleichheit der Vertheilung des Lichtes auf beiden Netzhäuten beruht.

Helmholtz hat in seinem Telestereoscop den ersten Versuch gemacht, die Umstände, unter welchen das gewöhnliche binoculare Sehen der Körper geschieht, zu modificiren. Wie Helmholtz selbst schon angedeutet hat, kann man die hieher gehörigen Experimente auch mit einfacheren Mitteln durchführen. Es lassen sich übrigens die Versuche noch weiter treiben.

Ich bediene mich eines großen Winkelspiegels *abc*, Fig. 4, mit veränderlichem Winkel. Man kann sich leicht klar machen, daß ein Auge jeden Gegenstand im Spiegel so sieht, wie das Spiegelbild dieses Auges den wirklichen Gegenstand sehen würde, nur ist das Spiegelbild nicht congruent, sondern symmetrisch zum Gegenstand in Bezug auf die Spiegelebene. Dies genügt, um sich zurecht zu

finden. Bringe ich nun den Winkelspiegel so vor mein Gesicht, wie dies die Figur zeigt, in welcher l das linke, r das rechte Auge bedeutet, so sehe ich von meinem Gesicht zwei Bilder, die perspectivisch viel verschiedener sind, als sie für die unverrückten beiden Augen in Wirklichkeit sein können. Wenn ich nun diese beiden Bilder zur Deckung bringe indem ich das rechte mit dem rechten Auge, das linke mit dem linken Auge fixire, so erhalte ich den Eindruck eines körperlichen Gegenstandes, der anfangs nichts Auffallendes an sich hat. Bei längerer Betrachtung aber wächst allmälig von Secunde zu Secunde das Relief, die Augenbrauen treten weit vor die Augen, die Nase scheint zu Schuhlänge anzuwachsen, der Schnurrbart tritt springbrunnartig aus der Lippe hervor, die Zähne erscheinen unerreichbar weit hinter den Lippen u. s. f. In der That entsprechen die beiden perspectivischen Bilder in den Spiegeln dem Augenabstande der Spiegelbilder $l_{,} r_{,}$, oder bei unverändertem Augenabstande einem Körper von viel größerem Relief. Bemerkenswerth ist nur die allmähliche Entwicklung der Reliefempfindung. Ähnliches findet man auch bei der Betrachtung gewöhnlicher Stereoscopbilder. Zeichnet man sich solche mit freier Hand, so dauert die Entwicklung desto länger, je rauher und ungleicher die zusammengehörigen Striche der beiden Bilder sind. Ist die Reliefempfindung einmal entwickelt, so bleibt sie auch bei schlechten Bildern einige Zeit bestehen; man kann den Blick abwenden, und findet sie bei der Rückkehr zum Bilde noch vor.

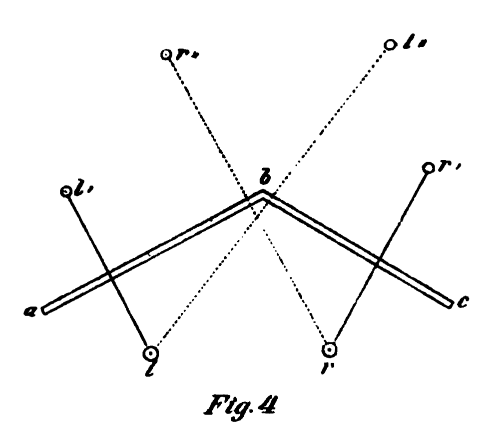


Fig. 4

Was unsern Spiegelversuch betrifft, so ist hervorzuheben, daß es eine unendliche Anzahl von geometrisch verwandten Körpern (eigentlich Flächen) gibt, welchen allen dieselben Pare von perspectivischen Bildern in Bezug auf die beiden Augen zukommen. Diese Flächen reihen sich stetig aneinander an und gewinnen desto mehr an Relief je weiter sie sich vom Auge entfernen. — Ich könnte also

bei dem Versuche, wenn blos die perspectivischen Bilder entscheiden würden, etwa auch ein kleineres näheres, dem meinigen geometrisch ähnliches Gesicht sehen. Daraus geht hervor, daß die Schätzung der Entfernung und Größe noch von anderen Momenten abhängt als die Reliefempfindung. Der Convergenzwinkel der Augenaxen spielt jedenfalls nur eine sehr untergeordnete Rolle, denn zwei undurchsichtige Stereoscopbilder geben mir immer denselben Eindruck von Relief, Größe und Entfernung, ob ich sie durch Convergiren, Parallelstellen oder gar durch Divergiren zur Deckung bringe, vorausgesetzt, daß dasselbe Bild immer demselben Auge zugetheilt wird.

Betrachte ich in dem Winkelspiegel mit dem rechten Auge das linke Bild, mit dem linken Auge das rechte Bild, so ist die Erscheinung verschieden je nach der Lage der Spiegelbilder der Augen, welche von der Neigung der Spiegel und der Entfernung vom Gesichte abhängt. Fällt $l_{\prime\prime}$ nach links und $r_{\prime\prime}$ nahe daran, aber nach rechts, so sehe ich mein Gesicht stark abgeflacht. Fallen jedoch $l_{\prime\prime}$ und $r_{\prime\prime}$ kreuzweise übereinander, wie in der Figur, übernimmt also das linke Auge die Rolle des rechten und umgekehrt, so erscheint mein Gesicht pseudoscopisch, d. h. das Hohle erhaben, das Erhabene hohl.

Bekannt ist die Pseudoscopie bei Verwechslung der beiden Bilder im Stereoscop von rechts nach links. Die Erscheinung zeigt sich jedoch nicht gleich gut bei jeder Art von Bildern. Geometrische Figuren bieten sie ohne Schwierigkeit, während sie z. B. bei Landschaften oft nur schwach in einzelnen Theilen des Bildes, oft auch gar nicht auftritt. Ich besitze ein Stereoscopbild (eine Ansicht aus China), welches mir lange Zeit einen ganz guten stereoscopischen Eindruck machte; es störte mich nur ein kleiner Fleck, der in der Luft zu schweben schien. Ebenso erging es vielen anderen Beobachtern, welchen ich das Bild zeigte. Die genauere Betrachtung lehrte mich jedoch, daß hier aus Versehen das linkseitige Bild an die Stelle des rechtseitigen geklebt war. Ich kam auf den Einfall, das ganze Bild von oben nach unten umzukehren und die Pseudoscopie trat nun in voller Deutlichkeit hervor. Ich finde nun durchgängig, daß alle Landschaftsbilder die Pseudoscopie ebenso deutlich zeigen wie geometrische Figuren, wenn man die Bilder vertauscht und das Ganze umkehrt.

Welcher Art sind nun die Ursachen, die das pseudoscopische Sehen der aufrechten Landschaften so sehr erschweren? Ich glaube

einige angeben zu können. Zunächst wissen wir, daß schon das monoculare Bild einer Landschaft durch Perspective und Beleuchtung ein ziemlich deutliches Relief hat. Beide Bilder zusammen verlangen also (falls sie für die Pseudoscopie eingestellt sind) von den Augen das Gegentheil wie jedes einzelne allein.

Aber zur vollständigen Erklärung ist es nöthig, die Elemente des Mechanismus zu kennen, durch welchen das Licht die Reliefempfindung auslöst. Diese vermag ich nicht anzugeben. — Eine Hauptschwierigkeit scheint mir im Bilde des Bodens der Landschaft zu liegen. Die höheren Theile im Bilde des Bodens der Landschaft sind in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Veranlassung zu einer größeren Tiefenempfindung. Die Pseudoscopie verlangt das Gegentheil. Es gelingt mir nur mit der größten Anstrengung in der aufrechten Landschaft den Boden pseudoscopisch zu sehen, wenn ich mir recht lebhaft vorstelle, wie er erscheinen sollte. Der Einfluß der Centralorgane auf die Sinnesorgane ist also in diesen Dingen jedenfalls ein sehr beschränkter.

Daß das Auge für sich eine Art Erfahrung und gewisse Manieren sich aneignet, nach welchen es sich in solchen Fällen benimmt, bezweifle ich nicht, seit ich gesehen habe, wie enthirnte Thiere noch Manieren zeigen, die sie sich offenbar unter den Einflüssen ihrer Lebensweise angewöhnt haben. Doch deutet dies immer nur erst die Richtung an, in welcher die Erklärung zu suchen ist.

Man kann auch die körperlichen Objecte pseudoscopisch sehen und findet hiebei im Allgemeinen dieselben Schwierigkeiten wie bei Bildern. Die Fig. 5 macht eine sehr einfache Disposition dieses Versuches anschaulich. Man betrachtet mit dem rechten Auge *r* ein Object direct, und mit dem linken Auge *l* dasselbe Object durch die beiden Spiegel *a* und *b*. Das rechte und linke Auge tauschen hiebei natürlich ihre Rolle, daher die Pseudoscopie.

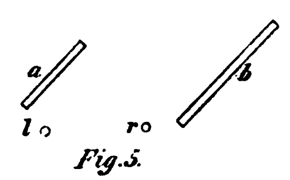


Fig. 5.

Da ein Körper für ein Auge nichts weiter ist als ein perspectivisches Bild, so lassen sich eine Reihe netter Stereoscopversuche auch mit zwei congruenten Körpern anstellen. Nimmt man z. B. zwei Gypsabgüsse aus derselben Form, stellt dieselben nebeneinander auf und betrachtet den einen Abguß mit dem einem, den andern Abguß

mit dem andern Auge, so ist der stereoscopische Eindruck sehr schön. Man kann die Figuren so drehen, daß man sie flacher sieht als unter gewöhnlichen Umständen oder erhabener oder gar pseudoscopisch. Letzteres findet statt, wenn man mit dem rechten Auge mehr die linke Seite der rechten Figur, mit dem linken Auge mehr die rechte Seite der linken Figur sieht.

Bekanntlich kann man ein perspectivisches Bild auf einer Ebene wie Fig. 6 in doppelter Weise sehen. Stelle ich mir vor, ich sehe auf ein Dach von oben herunter, so erscheint mir die Kante *ab* vorspringend. Denke ich mich aber unter dem Dache so ist dieselbe Kante einspringend. Es kostet nun jedesmal einige Anstrengung, das Dach so zu sagen umzubrechen, und in noch höherem Masse tritt dies bei complicirten Zeichnungen ein. In der oben erwähnten pseudoscopischen Landschaft habe ich die Dächer anfangs eben so deutlich erhaben, wie später hohl gesehen. Ich kann hiebei nur an eine Tiefenempfindung denken, welche durch die Perspective ausgelöst wird.

Fig. 6.

Ich finde es sehr instructiv, körperliche Objecte mit einem Auge zu betrachten und die Wahrnehmung derselben (wie bei Fig. 6) umzubrechen. Nach einiger Übung überwindet man bald die Schwierigkeiten, welche allerdings hier etwas größer sind als bei Planzeichnungen. Dafür ist der Erfolg des Experimentes auch ein sehr merkwürdiger.

Wenn ich ein rechteckiges Stück steifen Papieres durch einen geradlinigen Knick in zwei congruente Rechtecke theile und dieses geknickte Papier vor mir auf den Tisch stelle, so daß die verticale Kante mir die erhabene Seite zukehrt, so habe ich beiläufig das Bild Fig. 6. Das Licht soll von links einfallen und die rechte Seite also etwas dunkler sein. Wenn ich jetzt das eine Auge schließe, so wird der Eindruck fast gar nicht verändert. Versuche ich aber das Papier hohl zu sehen, so gelingt dies nach einiger Anstrengung. Die linke Seite scheint dabei viel heller, die rechte viel dunkler zu werden. Licht und Schatten sehen wie darauf gemalt aus. Zudem bemerke ich einen verschiedenen Farbenton auf der rechten und linken Seite, der mir früher nicht auffiel. Das Papier hat ferner seine Gestalt geändert. Die Linien *bf*, *bd* sind länger geworden als *ae*, *ac*, die Linien *cd* und *ef* kürzer als *ab*. Endlich steht die Kante *ab* nicht

mehr vertical, sondern das Papier liegt wie ein aufgeschlagenes Buch auf einem Lesepulte vor mir.

Diese gleichzeitigen Veränderungen der Tiefenempfindung, Gestaltempfindung und Lichtempfindung, welche ohne die geringste theoretische Überlegung eintreten, deutet darauf, wie schnell sich diese Dinge durch wohlgeregelte Reflexe in einander umsetzen. Dabei scheint die Empfindung, wodurch eine andere angeregt wird, in dem Maße zu verlieren als sie anregt.

Ich weiß mich sehr wohl zu erinnern, daß mir in einem Alter von etwa 3 Jahren alle perspectivischen Planzeichnungen als Zerrbilder der Gegenstände erschienen. Die Perspective der Bilder wirklicher Gegenstände auf meiner Netzhaut wurde eben sofort in Gestaltempfindung umgesetzt, kam also als solche nicht zum Bewußtsein. Ebenso erschienen mir alle Schatten und Lichter auf Planbildern als unmotivirte Flecke, während ich umgekehrt die Schatten auf körperlichen Objecten nicht bemerkte. Die chinesische Malerei ohne Schatten hätte mir damals offenbar weit mehr zugesagt. In der That verstehe ich durch diese Betrachtung jetzt weit besser den Geschmack der Chinesen, die, wie es scheint, in ihrer Kunstanschauung auf dieser kindlichen Stufe stehen geblieben sind. Merkwürdigerweise ist gerade dasselbe Volk in der Musik nicht über die fünftönige Scala hinausgegangen [1]).

Bei Fortsetzung der Versuche überzeugt man sich, daß das Umbrechen des monocularen Bildes schwieriger, und unbestimmter ist bei krummen als bei geraden Contouren. Forschen wir nach dem Grunde dieser Erscheinung.

Fixiren wir irgend eine doppelt gekrümmte Curve (im Raume) mit beiden Augen, so erhalten wir die beiden perspectivischen Bilder auf beiden Netzhäuten, wenn wir durch die beiden Kreuzungspunkte der Augen Gerade legen und durch die Curve bewegen. Die Durchschnitte der bewegten Geraden mit den Netzhäuten geben die Bilder. Sind umgekehrt die beiden Bilder gegeben, so braucht man blos durch dieselben als Leitlinien und durch die Kreuzungspunkte als Scheitel Kegelflächen zu beschreiben. Der Durchschnitt beider Flächen ist die Curve.

---

1) Einige Bemerkungen über die Perspective und Beleuchtung in der ägyptischen, assyrischen und chinesischen Malerei sollen später folgen.

Einem monocularen Bilde entspricht also eine unendliche Anzahl von Raumgebilden. Die räumliche Auslegung muß also höchst unbestimmt sein. Das Auge hat freie Wahl zwischen allen Gebilden, die in der einen Kegelfläche liegen so lange die andere nicht hinzukommt.

Eine Curve im Raume gibt immer zwei Curvenbilder auf beiden Netzhäuten. Nur eine ebene Curve gibt in einem einzigen Falle ein geradliniges Bild auf einer und ein Curvenbild auf der andern Netzhaut, wenn nämlich die Curvenebene durch den einen Kreuzungspunkt geht. Nur in dem noch specielleren Falle, daß die Curvenebene durch beide Kreuzungspunkte geht, erhalten wir zwei geradlinige Bilder.

Dagegen gibt eine Gerade immer zwei Gerade auf beiden Netzhäuten. Fast immer also, wenn eine Netzhaut ein geradliniges Bild empfängt, wird auch die andere Netzhaut zur Wahrnehmung einer Geraden im Raume drängen. Die Reflexe müssen sich also so regeln, daß auch von einer Netzhaut ein geradliniges Bild mit Vorliebe als Gerade im Raume gesehen wird.

Da die gerade Linie den civilisirten Menschen immer und überall umgibt, so kann man wohl annehmen, daß jede auf der Netzhaut mögliche Gerade unzähligemal auf jede mögliche Art als Gerade im Raume gesehen worden sei. Die Fähigkeit des Auges im Auslegen der Geraden darf uns daher nicht befremden.

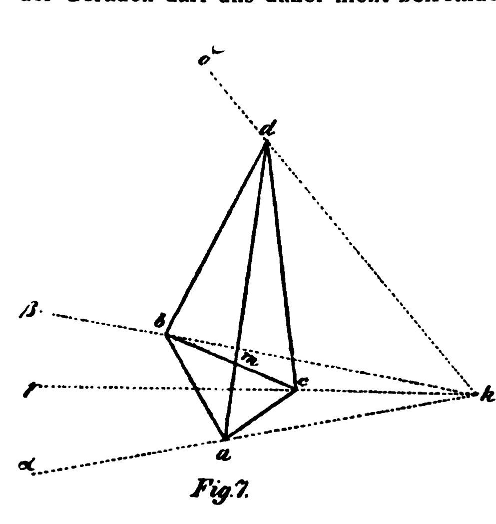


Fig. 7.

Betrachten wir jetzt ein besonderes Beispiel. Es sei *abcd*, Fig. 7, eine ebene Zeichnung und *k* der Kreuzungspunkt des betrachtenden Auges ausser dieser Ebene. Dem Gesagten zufolge kann die Gerade *ab* alle Geraden in der Ebene $ak\beta$ vorstellen, ebenso die Gerade *ac* alle Geraden in der Ebene $ak\gamma$ u. s. f. Nun ist aber klar, daß sich das Auge nicht ohne besondere Veranlas-

sung selbst die Anstrengung auflegen wird, an der Ecke *a* z. B. drei verschiedene Tiefenempfindungen zu entwickeln, eine für den Endpunkt *a* der Linie *ca*, eine für den gleichnamigen Endpunkt von *ba*, eine dritte für *da*. Die Linien werden also, wo sie sich schneiden, auch für gleich weit gehalten, so lange ein Auge allein ungezwungen das Bild betrachtet.

Das erste und einfachste ist, daß das ebene Bild für eben gehalten wird. Wenn wir nun mit Gewalt für den Durchschnittspunkt *m* zwei Tiefenempfindungen entwickeln, indem wir uns die Linie *ad* daselbst näher vorstellen als *bc*, so ist die dreiseitige Pyramide da; die Ecke *a* ist die nächste. Stellen wir uns umgekehrt *bc* bei *m* näher vor als *ad*, so erhalten wir ebenfalls eine dreiseitige Pyramide, in welcher *a* am weitesten ist. Stellen wir uns *m* als Durchschnitt von vier Linien vor und am nächsten oder am weitesten, so erhalten wir eine vierseitige Pyramide.

Auf den Durchschnittspunkt *m* kommt es beim Umbrechen an. Bei Brewster (on the stereoscope p. 228) findet sich die unrichtige Meinung, daß die fixirte Ecke in der Zeichnung des Würfels das Entscheidende sei.

Das Auge scheint in allen solchen Fällen nach einem Principe der kleinsten Wirkung zu verfahren und nicht mehr zu leisten als ihm vom andern Auge oder von den Centralorganen aufgelegt wird. Aus diesem Principe würde es sich auch direct erklären, warum wir ein gerades Netzhautbild mit Vorliebe als Gerade im Raume sehen. Das Auge entwickelt ein Minimum von Tiefenempfindungsdifferenzen.

Es scheint mir, es müßte jede Netzhautstelle fähig sein, außer einer veränderlichen Lichtempfindung auch eine veränderliche Tiefenempfindung und eine derselben proportionale Höhen- und Breitenempfindung zu entwickeln. Die Tiefenempfindung geht zwar ursprünglich aus der Wechselwirkung beider Netzhäute hervor, kann sich aber durch nach und nach ausgebildete Reflexmechanismen auch mit der Lichtempfindung einer Netzhaut entwickeln.

Ich brauche wohl nicht weiter auseinanderzusetzen, wie weit ich mich hiemit den Hering'schen Ansichten anschließe.

XXI. SITZUNG VOM 11. OCTOBER 1866.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang dankt, mit Schreiben vom 10. October, für seine Wahl zum corresp. Mitgliede der Akademie.

Herr Prof. Dr. Julius Klob hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Hofrath W. Ritter von Haidinger übermittelt einen zweiten Bericht über den Meteorsteinfall von Knyahinya am 9. Juni 1866.

Ferner werden folgende eingesendete Abhandlungen vorgelegt:

„Guarana oder Uaraná" von Herrn Dr. Th. Peckolt in Cantagallo.

„Der Centrifugal-Flügel" von Herrn L. Martin, Prof. der Mathematik und Mechanik an der Preßburger simultanen Ober-Realschule.

Der Lithograph, Herr C. v. Giessendorff übermittelt eine Anzahl von Hochätzungen in Kreide-Manier und Phototypien mit dem Ersuchen um deren Aufbewahrung zur Sicherung seiner Priorität.

Herr Dr. L. Ditscheiner überreicht eine Abhandlung: „Theorie der Beugungserscheinungen in doppelt brechenden Medien."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale de Belgique: Mémoires. Tome XXXV. Bruxelles, 1865; 4°. — Mémoires couronnés. Collection in 8°: Tome XVIII. Bruxelles, 1866. — Bulletins. 34e Année, 2me Série, Tome XX. 1865; 35e Année, 2me Sér., Tome XXI. 1866. Bruxelles; 8°. — Compte rendu des séances de la Commission R. d'histoire. Tome VIIe, 3e Bulletin; Tome VIIIe, 1r—3e Bulletins. Bruxelles, 1865 & 1866; 8°. — Annuaire. 1866. Kl. 8°. — Biographie nationale. Tome I. Bruxelles, 1866, gr. 8°. — 50e Anniversaire de la reconstitution de l'Académie (1816—1866.)

Bruxelles, 1866; 8° — Table générale du recueil des Bulletins de la Commission R. d'histoire. (2me Série, Tome I à XII.) Bruxelles, 1865; 8° — Quetelet, A., Sciences mathématiques et physiques chez les Belges au commencement du XIXe siècle. Bruxelles, 1866; 8° — Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1863. 4°

Akademie der Wissenschaften, k. bayer., zu München: Sitzungsberichte. 1866. I. Heft 1—3. 8°

American Journal of Science and Arts. Vol. XLI. Nrs. 121—123. New Haven, 1866; 8°

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig und Kopp. N. R. Bd. LXII, Heft 2; Bd. LXIII, Heft 1—3; IV. Supplementband, 2. Heft. Leipzig und Heidelberg, 1866; 8°

Annales des Universités de Belgique. Années 1860 à 1863. 2e Série, Tome II. Bruxelles, 1864; gr. 8°

— des mines VIe Série. Tome VIII., 5e & 6e Livraisons de 1865. Paris; 8°

Carl, Ph., Repertorium für physikalische Technik etc. II. Band, 2. & 3. Heft. München, 1866; 8°

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII, Nr. 13. Paris, 1866; 4°

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 14e Livraison. Paris, 1866; 8°

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XVII. Bd., 4. Heft. 1865; XVIII. Bd., 1. & 2. Heft. Berlin, 1866; 8°

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 41. Wien, 1866; 8°

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik und Physik. XLV. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1866; 8°

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer von F. Vorwerk. Bd. XXV, Heft 4—6; Bd. XXVI, Heft 1—2. Speyer, 1866; 8°

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVI. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1866; 4°

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg 1866. Heft VIII. Gotha; 4°

Moniteur scientifique. 235e Livraison. Tome VIIIe, Année 1866. Paris; 4°

Museum of the Geological Survey of India: *Palaeontologia Indica:* Vol. III. Nr. 6—9; Vol. IV. Nr. 1. Fol. — Memoirs. Vol. IV., Part 3; Vol. V, Part 1. Calcutta; 8°. — Annual Report. 1864—65. Calcutta; 1865; 8°. — Catalogue of the organic Remains belonging to the Echinodermata. Calcutta, 1865; 8°.

Reader. Nr. 197, Vol. VII. London, 1866; Fol.

Société Linnéenne de Normandie: Bulletin. Xe Vol. Année 1864—1865. Caen, Paris, 1866; 8°.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. Xe Année, Nr. 4—5. Constantinople, 1866; 4°.

— Impériale d'Agriculture etc. de Lyon: Annales. 3e Série, Tome VIII. 1864. Lyon & Paris; 8°. — Resumé des observations recueillies dans le bassin de la Saone etc. 1865. 22e Année. 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1866. Tome XXXIX, Nr. 1. Moscou; 8°.

— des Sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome VII, 1^r cahier. Neuchatel, 1865; 8°.

Society, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2., Vol. IV, January—June, 1866. London; 8°.

— The Asiatic, of Bengal: Proceedings. 1865. Nr. 1 — 11. January — December, 1866. Nr. 1 — 3. January — March. Calcutta; 8°. — *Bibliotheca Indica.* Nr. 208—211. Calcutta, 1864 — 1865; 8°; New Series. Nr. 65 — 82. Calcutta, 1865; 8°.

Verein, naturhistor., der preuss. Rheinlande und Westphalens. XXII. Jahrg. 1. & 2. Hälfte. Bonn, 1865; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 80—81. Wien, 1866; 4°.

Zeitschrift für Chemie, Archiv etc. von Beilstein, Fittig und Hübner. IX. Jahrg. N. F. II. Band, 8. - 17. Heft. Leipzig, 1866; 8°.

— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XVIII. Jahrgang. 8. Heft. Wien, 1866; 4°.

Der Centrifugalflügel.

Von **Prof. Ludwig Martin.**

1.

Unter den mannigfaltigen Nutzanwendungen der bei um fixe Axen erfolgenden raschen Rotationen auftretenden Centrifugalkräfte gehören unter Anderem auch die, tropfbar-flüssige oder gasförmige Medien durch Zuhilfenahme eines geeigneten Flügelapparates aufzusaugen, in höhere hydraulische oder pneumatische Spannung zu versetzen, und mit Hilfe dieser in eine gewünschte Circulation zu bringen. Bekanntlich wird dieser Zweck durch die Centrifugal-Wasserpumpe und den Ventilatorflügel erreicht.

Beide Maschinen bestehen bekanntlich aus drei Haupttheilen; aus dem Flügelapparat, aus dem diesen umschließenden Mantel, und aus der Zu- und Ableitungsvorrichtung für das aufzusaugende und hierauf abzuführende Medium.

Es besteht in der Wirkungsweise beider Maschinen in soferne die eine in einem unzusammendrückbaren, — die andere hingegen in einem zusammendrückbaren Medium zu arbeiten hat, ein wesentlicher Unterschied; in Folge dessen auch sowohl Construction als Theorie beider Maschinen von einander abweicht; dies soll uns indeß nicht beirren die diesem entsprechenden Flügelapparate unter dem gemeinsamen Namen: „Centrifugalflügel“ zusammen zu fassen, dem wir sofort unser Hauptaugenmerk zuwenden wollen.

Über beide Maschinen wurde bereits herrliches geleistet; es genügt — ohne an's Ausland zu erinnern — die Namen eines Redtenbacher und Rittinger zu erwähnen. Indessen, so sehr auch die verdienstvollen Bemühungen dieser und anderer Fachmänner Theorie und Einrichtung bei beiden Maschinen befördert und ausgebildet haben, oft scheint es doch, als ob noch eine Lücke im Ganzen auszufüllen übrig gelassen worden wäre. Zwar setzen uns die über diese Räder gelieferten zum Theil gediegenen Arbeiten über die

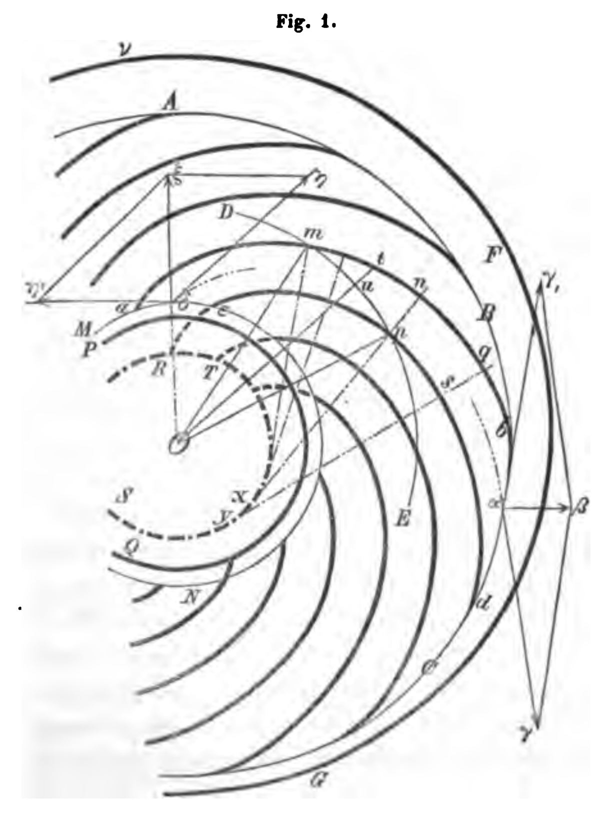
Natur, Einrichtung und Dimensionen derselben vollkommen in's Klare; eine Frage indessen lassen dieselben noch ganz unberührt und in Folge dessen auch ganz ungelöst; obschon wir des Dafürhaltens sind, daß die Theorie des Centrifugalflügels ihren gänzlichen Abschluß erst durch die Lösung dieser Frage erlangen kann.

Dieselbe besteht aber darin: „welche Form und Gestalt verlangt die Schaufel eines Centrifugalflügels, damit dessen Wirkung eine möglichst günstige werde?"

Die Antwort auf diese Frage lautet für jeden der beiden Flügel anders, daher auch die Lösung für jeden separat zu suchen ist. Wir wollen mit dem Flügel der Centrifugal-Wasserpumpe beginnen.

Es sei *VFG* (Fig. 1) der Querschnitt des den Flügelapparat *ABC* umhüllenden und einschließenden Gehäuses; und der Punkt *O* der Drehungspunkt, um welchen das aus den Schaufeln *amnb*, *cpd*,...

Fig. 1.



bestehende Flügelsystem *ABC* mit der Winkelgeschwindigkeit w gedreht wird; *PQ* endlich sei der Querschnitt des das Medium zuführenden Saugrohres.

Zwischen je zwei Schaufeln und den Bodenwänden des Gehäuses bildet sich ein Canal, durch welchen die Centrifugalkraft das mit den Flügeln herumgerissene Wasser von der innern Mundöffnung gegen die äußere treibt.

Die Wirkung eines solchen Flügels hängt hauptsächlich von einer schicklichen Wahl der Form ab, die man den einzelnen Flügeln ertheilt. Bessemer und Gwynne, welche ihren Flügelapparat aus radial gestellten ebenen Schaufeln zusammensetzten, erreichten kaum $24^0/_0$ Nutzeffect; — während Appold, der seinen aus nach angeblich logarithmischen Spiralen gekrümmten Schaufeln zusammengesetzten Flügel im Jahre 1851 zu London zum erstenmale in Gang setzte, nach Morin bei $68^0/_0$ Effect erreicht haben soll. Woraus unzweifelhaft zu erkennen, daß der Schwerpunkt der Theorie dieses Flügels hauptsächlich in der Form und Krümmung der einzelnen Schaufel zu suchen ist.

Die äußere Contourform und die Krümmung der Schaufel sind also die zwei Fragen, um welche es sich hier handelt. Die Krümmungscurve bestimmt uns zunächst die geometrische Gestalt jener Fläche, welche das Blatt der Schaufel überhaupt bildet, während die äußere Contourlinie uns das Segment bestimmt, welches aus jener Fläche als Schaufelblatt herauszuschneiden kommt. Von beiden läßt sich das Eine willkürlich annehmen, das andere aber muß dem entsprechend bestimmt werden. Wir wollen vorläufig die Gestalt der Contourlinie beliebig gewählt voraussetzen und uns die Aufgabe stellen, zu dieser die erforderliche Schaufelkrümmung zu suchen.

Die Gestalt der Contourlinie der Schaufel kann am bequemsten durch von Strecke zu Strecke und parallel zur Drehungsaxe gemessene Schaufelbreiten angegeben werden. Im Allgemeinen werden wir dabei zwei Fälle unterscheiden müssen; entweder wir werden finden, daß die gemessenen Breiten alle gleich lang sind, oder daß sie sich nach einem bestimmten Gesetze allmählich von Strecke zu Strecke verändern. Wir wollen vorerst den Fall behandeln, der eintritt, wenn die parallel zur Drehaxe gemessenen Schaufelbreiten an allen Orten gleich groß sind, wenn also die Entwickelung des Schaufelblattes ein Rechteck bildet. Betrachten wir zu dem Zweck den von den Schaufeln *amnb*

und *epsd* gebildeten Canal. Bezeichnen wir die Radien $o\delta$, $om = op$ und $o\alpha$ der Reihe nach mit b, r und a; die Winkelgeschwindigkeit der Flügel mit ω und die Dichte des Wassers mit γ. Schneiden wir diesen Canal an zwei beliebigen Stellen *np* und *qs* durch zwei auf die Canalwände $\perp$ Ebenen; bezeichnen wir die Flächeninhalte der solcher Art entstandenen Querschnitte, mit f und f_1. Das Wasser durchströmt während der Action des Flügels den ganzen Canal und dringt daher auch durch jene Querschnitte durch; bezeichnen wir mit c und c_1 die bezüglichen Geschwindigkeiten; so daß fc und f_1c_1 die Wasservolumina sind, welche durch jene Querschnitte in der Zeiteinheit fließen.

Vor Allem muß berücksichtiget werden, daß bei den hydraulischen Pressungen, welche hier vorzukommen pflegen, von einer meßbaren Volumenverminderung des Wassers die Rede nicht sein kann, daher wir jene Volumina einander gleich setzen können, so daß wir

$$fc = f_1c_1$$

erhalten. Andererseits müssen wir trachten, daß die Geschwindigkeiten c und c_1 an zwei verschiedenen Querschnitten des Canals gemessen werden, von welchen wir aber behaupten können, daß keine von beiden aus rationellem Grunde größer oder kleiner als die andere gedacht werden könne; denn, wäre z. B. $c > c_1$, so würde das vom Querschnitte *pn* zu jenem von *sq* vordringende Wasser an Geschwindigkeit verloren haben, was offenbar nur dann eintreten könnte, wenn das Wasser unterwegs ein Strömungshinderniß fände; was wieder nur dann zulässig wäre, wenn ein Constructionsfehler vorwaltete, da wir aber letzteres nicht voraussetzen dürfen, so sehen wir, daß wir c schlechterdings nicht $> c_1$ voraussetzen können. Es kann aber c auch nicht $< c_1$ sein, denn würde $c < c_1$ sein, so müßte das Wasser seinen Lauf unterwegs beschleunigen. Eine solche Beschleunigung nimmt aber neue Arbeitskraft in Anspruch und wäre nur dort zulässig, wo eine solche gerechtfertigt erscheint, wozu aber hier kein Grund vorliegt; denn da das Wasser bei *pn* schon mit der Geschwindigkeit c ausreichte, ist nicht abzusehen, warum es an dem Querschnitte *sq* eine noch größere Geschwindigkeit c_1 erlangen soll. Da nun c vernunftgemäß weder $>$ noch $< c_1$ sein kann, so folgt, daß $c = c_1$, d. h., daß das Medium den Canal mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchströmt.

Da wir aber

$$fc = f_1 c_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

hatten und $c = c_1$ sein soll, so folgt, daß

$$f = f_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

sein muß.

Nun bezeichnen aber f und f_1 die Flächeninhalte zweier beliebiger Querschnitte des Canals. Was in Bezug auf diese gilt, muß auch in Bezug auf was immer für zwei andere, also endlich auch in Bezug auf alle Querschnitte gelten. Und somit sind wir mit Einemmale zu einer Bedingung gelangt, der die Schaufelform einer Centrifugal-Wasserpumpe Genüge leisten muß und die darin besteht, daß Contourlinie und Krümmung der Schaufel so gewählt sein müsse, daß der Canal an allen Orten gleich große Querschnitte erhalte.

Jeder dieser Querschnitte bildet ein Rechteck, dessen eine Seite mit der Breite der Schaufel, dessen andere Seite mit dem Abstand zweier Schaufeln von einander zusammenfällt. Bezeichnen wir beides beziehungsweise mit b und b_1 sowie mit d und d_1, so daß $f = bd$ und $f_1 = b_1 d_1$, so muß $\ldots . bd = b_1 d_1$ sein. Da nun der Voraussetzung gemäß vorläufig $b = b_1$ sein soll, so folgt schließlich

$$d = d_1.$$

Die Curven *amnb* und *cd* müssen also in allen Punkten gleichweit von einander abstehen. Da aber diese Curven noch außerdem congruente Curven sein müssen, so daß die eine z. B. *csd* aus der *amb* entsteht, indem man diese um den Centriwinkel *mop* um den Punkt *o* verdreht, so ist klar, daß die gesuchte Curve nur die Evolvente eines Kreises *RxS* sein kann. Es sei nämlich *RS* ein mit *RO* beschriebener Kreis und *amb*, *csd* zwei Evolventen desselben, welche um das Bogenstück *ac* von einander abstehen. Zieht man an den Kreis *RS* die beliebigen Tangenten *xn* und *yq*, so stehen beide auf beide Evolventen $\perp$ und es ist aus bekannten geometrischen Gründen $pn = sq = \text{arc}\, ac$.

Daß übrigens die Curve *amnb* in der That eine Kreisevolvente sei, läßt sich wie folgt zeigen. Bezeichnen wir den Centriwinkel $avc = mop$ mit φ, die Radien *po* und *qo* mit r und r_1, das Curvenelement *mt* mit ds; das Increment *ut* des Radius *po* mit dr, endlich

die gleichen Schaufelabstände pn und qs der Unterscheidung wegen mit d und d'. Ziehen wir ferner mit dem Radius $r = mo = po$ den Kreis DE, sowie durch den zum nächstgelegenen Punkte t den Radius to, so wird in Folge der solcher Art sich bildenden rechtwinkligen ähnlichen Dreiecke mut und mpn

$$np = mp \cdot \frac{ut}{mt};$$

oder nach der angenommenen Bezeichnung

$$d = r\varphi \cdot \frac{\partial r}{\partial s}.$$

Dies besteht in Bezug auf den Punkt n; in Bezug auf einen zweiten Punkt z. B. q ändert sich d, r, ∂r und ∂s; φ hingegen behält seinen alten Werth bei. Nach Wiederholung des Vorigen wird man daher die analoge Gleichung

$$d' = r\varphi \cdot \frac{\partial r'}{\partial s_1}$$

erhalten. Und, da vorhin $d = d'$ gefunden wurde, so folgt dann

$$r \frac{\partial r}{\partial s} = r_1 \frac{\partial r_1}{\partial s_1}.$$

Welche Gleichung uns zunächst zeigt, daß der Ausdruck linkerseits seinen Werth nicht ändert, wenn man in ihm statt r, ∂r und ∂s der Reihe nach r', $\partial r'$, $\partial s'$ setzt. Dieser Anforderung kann aber nur so entsprochen werden, wenn jenem Ausdruck selbst ein constanter Werth zukommt; bezeichnen wir diesen mit C, so hat man

$$r \frac{\partial r}{\partial s} = C.$$

Wenn wir endlich dem mathematischen Gebrauche gemäß das Increment der Winkelordinate φ mit $\partial\varphi$ bezeichnen, so wird sich aus geometrischen Gründen $\partial s = \sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial\varphi^2}$ setzen lassen, so daß die letzte Gleichung in diese

$$r\partial r = C \sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial\varphi^2},$$

oder wenn man separirt und dann integrirt

$$(3) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad C\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 - C^2}$$

d. h.

$$C\varphi = \sqrt{r^2 - C^2} - C \cdot arc \cdot \cos . \left(\frac{C}{r}\right)$$

übergeht, welches sodann die bekannte Gleichung einer Kreisevolvente ist, deren Grundkreis den Halbmesser C besitzt.

2.

Dieselbe Aufgabe läßt noch anderweitige Lösungen zu.

Zuvor wurde vorausgesetzt, daß die Schaufel an allen Orten gleich breit sei. Es sind indessen Fälle denkbar, in welchen die Breite der Schaufel nach irgend einem Gesetze sich verändert, selbstverständlich wird aber dann die Schaufel sich nicht nach einer Kreisevolvente, sondern nach einer andern Spirallinie krümmen müssen, und es handelt sich sonach um den Weg, auf welchem die hiezu erforderliche Curve gesucht werden muß.

Um dies zu ermitteln, denken wir uns zwei unmittelbar auf einander folgende Schaufeln des Flügelrades; in dem von diesen gebildeten Canale wählen wir uns wiederum zwei beliebige Querschnitte, deren Flächeninhalte wir mit f und f', so wie die an diesen Stellen meßbaren, nunmehr ungleichen Schaufelbreiten mit y und y', und Schaufelabständen mit d und d' (an deren Stelle wir gelegentlich auch noch die gleichwerthigen Ausdrücke $r\varphi \frac{\partial r}{\partial s}$ und $r'\varphi \frac{\partial r'}{\partial s_1}$ setzen können), endlich die an den gedachten Querschnitten beobachtete Geschwindigkeit des Wassers mit c und c_1; die Winkelgeschwindigkeit mit ω bezeichnen wollen. So muß während der Action des Flügels

$$fc = f'c'$$

oder da c weder $>$ noch $<$ als c' gedacht werden kann

$$f = f_1$$

d. h.

$$yd = y'd'$$

oder noch

$$yr\frac{\partial r}{\partial s} = y'r'\frac{\partial r'}{\partial s_1}$$

sein. Welche Gleichung nur so bestehen kann, wenn

$$(4) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad yr \, . \, \frac{\partial r}{\partial s} = C^2$$

ist, unter C eine später zu bestimmende constante Liniengröße verstanden.

In dieser Gleichung bezeichnet y die variable gedachte Breite der Schaufel. Die Veränderlichkeit dieser kann zwar ganz selbstständig und willkürlich gedacht werden; in den meisten Fällen wird man sie aber mit einer zweiten Größe, am bequemsten mit dem ebenfalls variablen Radius in Zusammenhang bringen, dem zufolge es also erlaubt sein wird y als Function von r zu betrachten; setzt man aber $y = f(r)$ und schreibt man $\sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial \varphi^2}$ an die Stelle des ∂s, so gibt Gleichung (4)

$$rf(r)dr = C^2 \sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial \varphi^2},$$

oder wenn man auflöst

$$\frac{r\partial\varphi}{\partial r} = \frac{1}{\rho^2} \sqrt{r^2[f(r)]^2 - C^4}$$

und sodann integrirt

$$(5) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad C^2\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2[f(r)]^2 - C^3}.$$

Welche Gleichung sofort die allgemeinste Auflösung unserer Aufgabe enthält, denn sie gibt, sobald $y = f(r)$ d. h., sobald die Gleichung der Contourlinie des Schaufelrandes gegeben ist, die Gleichung derjenigen Spirallinie, nach welcher die Schaufel zu krümmen ist. Die Fläche der Schaufel wird jederzeit selbstverständlich eine Cylinderfläche bilden, deren Leitlinie die durch Gleichung (5) erhaltene Spirallinie ist, deren geradlinige Erzeugenden aber zur Drehungsaxe des Flügels parallel laufen. Es dürfte nicht überflüssig sein, einige Beispiele anzuführen.

Es sei zuerst $y = f(r) = a$, wo a eine Constante bezeichnet, setzt man in (5) a statt $f(r)$ hinein, so erhält man

$$C^2\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 a^2 - C^4}$$

oder wenn man durch a beiderseits dividirt

$$\frac{C^2}{a} \, . \, \varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 - \left(\frac{C^2}{a}\right)^2}$$

oder wenn man statt $\frac{C^2}{a}$ schlechtweg C schreibt

$$C\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 - C^2},$$

welche Gleichung als mit jener sub (3) zusammenfallend nothwendigerweise auf die Kreisevolvente führen muß; und es erscheint sonach die im ersten Paragraphe gegebene Auflösung als specieller Fall der durch Gleichung (5) gegebenen allgemeinen Auflösung.

Als zweites Beispiel setze man $y = f(r) = \frac{a^2}{r}$, wobei a eine constante Linienlänge. In diesem Falle geht Gleichung (5) über in:

$$C^2\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 \left(\frac{a^2}{r}\right)^2 - C^4} = \sqrt{a^4 - C^4} \int \frac{\partial r}{r}$$

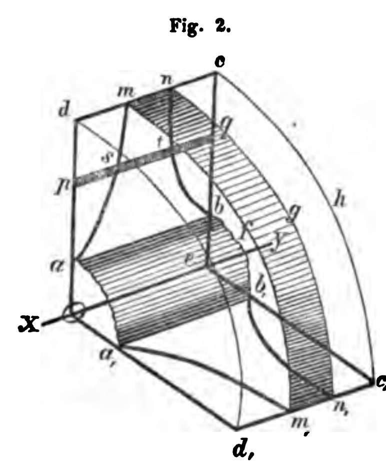
und wenn man nach vollzogener Integration die Winkelordinate φ vom Radius r_0 an zählt:

$$\frac{C^2}{\sqrt{a^4 - C^4}} \cdot \varphi = \log.nat.\left(\frac{r}{r_0}\right) \ldots \ldots \quad (6)$$

Indem Falle aber, wenn $y = \frac{a^2}{r}$ angenommen wird, bildet die Contourlinie der Schaufel eine gleichschenklige Hyperbel, deren eine Assymptote mit der Längenachse der Schaufel parallel lauft. Und da Gleichung (6) eine logarithmische Spirale ausdrückt; so sehen wir, daß in dem Falle, wenn die Contour der Schaufel eine gleichschenklige Hyperbel bildet, muß die Schaufel nach einer logarithmischen Spirale gekrümmt werden. Die Combination bleibt aber nur so lange denkbar, so lange $a > C$ angenommen wird. Nimmt man $C = a$, so wird der Coefficient von φ in (6) ∞; in diesem Falle geht aber die Spirale in eine gerade Linie, und die Schaufel selbst in eine Ebene über. Aber die Contourlinie nimmt die Gleichung $y = \frac{C^2}{r}$ an und bleibt, wie man sieht, eine gleichschenklige Hyperbel, wie früher.

Bessemer und Gwynne wandten ebenfalls ebene Schaufeln an; aber statt der Contour derselben die Gestalt einer gleichschenkligen Hyperbel zu ertheilen, wählten sie irrigerweise dafür die Form eines Rechteckes, so daß die Schaufel überall gleich breit blieb. Diesem Umstande aber war es zuzuschreiben, daß Bessemer und Gwynne einer Eingangs erwähnten Grundbedingung nicht gerecht

zu werden vermochten, welcher zufolge nämlich gefordert wird, daß das Medium die Radcanäle mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchströme.



Es sei nämlich xy (Fig. 2) die Drehungsachse des Flügels und $abcd, a_1b_1c_1d_1$ ein Paar Bessemer-Gwynne'sche Schaufeln. Dreht man diese um xy; so beschreibt die ab die Kreiscylinderfläche abb_1a_1, die dc hingegen die Cylinderfläche $dchc_1d_1ed$, welche die Aus- und Eintrittsmündungen des von den zwei Schaufeln ac und a_1c_1 gebildeten Canals sein werden. Die Radien ao und do mit b und a; die constante Schaufelbreite $ab = dc$ mit d; den Centriwinkel dod_1 mit φ; und die Ein- und Austrittsgeschwindigkeit des Wassers mit c und c_1 bezeichnet, hat man:

$b\varphi dc =$ der eintretenden und

$a\varphi dc' =$ der austretenden Wasservolumina. Da beide während der Action gleich sein müssen, so hat man:

$$bc = ac_1 \text{ und } c_1 = \frac{b}{a} \cdot c.$$

Nun ist $ao < do$, d. h. $b < a$ mithin $\frac{b}{a} < 1$ also auch $c_1 < c$, d. h. das mit der Geschwindigkeit c eintretende Wasser verläßt die Schaufel mit einer kleineren Geschwindigkeit c_1; was unserem Princip zufolge auf ein Strömungshinderniß, somit auf einen Kraftverlust schließen läßt.

Würde Bessemer hingegen die rechteckige Schaufel gegen die von den Hyperbelcontouren asm, btn begrenzte vertauscht haben, so würde die Austrittsmündung $dcc'd'$ auf den Cylinderstreifen $mngn'm'fm$ sich reducirt haben. Bezeichnet man die äußere Schaufelbreite mn mit d_1; so würde nunmehr $a\varphi d'c'$ die austretende Wassermenge sein, man hätte demnach: $ad_1c_1 = bdc$. Da aber d und d' die Ordinaten zweier Punkte a und m der Hyperbel msa, ntb vorstellen, deren Gleichung von der Form $y = \frac{m^2}{r}$ ist, so folgt $d = \frac{m^2}{b}$ und

$d_1 = \frac{m^2}{a}$, so daß $bd = m^2 = ad_1$ wird; in Folge dessen die Gleichung $ad_1 c_1 = bdc$ sich auf diese:

$$c_1 = c$$

reducirt. Woraus zu ersehen, daß das Medium die Schaufelcanäle mit derselben Geschwindigkeit verläßt, mit der es in diese eingetreten war; zum Zeichen, daß hier kein Strömungshinderniß also auch kein Kraftverlust vorwaltete.

Daß aber Bessemer den geringen Effect seines Flügels wirklich nur dem Umstande zur Last zu legen hat, daß er statt der von der Mechanik geforderten Hyperbel-Contour am, bn aus Unkenntniß der Sache die Geraden ad und bc benützte, zeigt folgende Rechnung:

Die Schaufeln reißen das sie umgebende Wasser mit sich im Kreise herum, welcher Umdrehung dieses mit einem gewissen Moment widersteht. Betrachten wir nämlich das Schaufelelement pq, dessen Abstand op von der Drehaxe $xy = r$, dessen Länge $pq = d$ und dessen Breite $= \partial r$, und Winkelgeschwindigkeit $= \omega$ sei, so ist:

$d . \partial r$ die Fläche des Schaufelsegmentes,

$d . \partial r . r\omega$ der von ihm beschriebene Raum,

$\gamma d . \omega . r \partial r$ die in der Zeiteinheit verdrängte Wassermenge,

$\gamma . d . \omega^2 . r^2 \partial r$ der Widerstand und

$\gamma . d . \omega^2 r^3 \partial r$ das Moment jener Wassermasse in Bezug auf die Achse xy.

Würde Bessemer hingegen statt der Schaufel $adbc$ das Hyperbelsegment $amnb$ genommen haben, so wäre, wenn die Länge des Elementes $st = y$:

$y \partial r$ die Fläche des Elementes und

$\gamma . y . \omega^2 r^3 \partial r$ — oder, da hier $y = \frac{m^2}{r}$

$\gamma m^2 \omega^2 r^2 \partial r$ das Moment des Widerstandes in Bezug auf die xy.

Geht man nun in beiden Fällen von den Elementen auf die ganzen Schaufeln über, so hat man:

$$\mathfrak{M} = \gamma \omega^2 d \int r^3 \partial r$$

als Moment für den Flügel $abcd$ und

$$\mathfrak{M}' = \gamma m^2 \omega^2 \int r^2 \partial r$$

als Moment für den zweiten Flügel $amnb$. Es kommt nun in Betreff des zweiten Integrals zu berücksichtigen, daß, da der Punkt a ein

Punkt der Hyperbel *am* ist, für welche $y^2 = \frac{m^2}{r}$ gibt, so muß auch $d = \frac{m^2}{b}$ also $m^2 = bd$ sein; so daß

$$\mathfrak{M}' = \gamma\omega^2 bd \int r^2 \partial r.$$

Und wenn man nach ausgeführter Integration berücksichtigt, daß $r = od = a$ die obere und $r = oa = b$ die untere Grenze des Integrals sind, so hat man:

$$\mathfrak{M} = \gamma\omega^2 d \left[\frac{a^4 - b^4}{4}\right]$$

in Bezug auf den Bessemer'schen Flügel, und

$$\mathfrak{M}' = \gamma\omega^2 bd \left[\frac{a^3 - b^3}{3}\right]$$

in Bezug auf das Hyperbelsegment. Setzt man beides in Proportion, so gibt das:

$$\mathfrak{M} : \mathfrak{M}' = 3\,(a^4 - b^4) : 4b\,(a^3 - b^3).$$

Bei diesen Maschinen pflegt a gewöhnlich $= 4\,b$ zu sein. Setzt man diesen Werth hinein und kürzt die Proportion dann durch b^4 ab, so hat man:

$$\mathfrak{M} : \mathfrak{M}' = 3\,(4^4 - 1) : 4\,(4^3 - 1) = 765 : 252$$

oder sehr nahe $= 1:3$. Es erfordert also das Bessemer'sche Segment die Überwindung eines beinahe 3-mal so großen Momentes als das hyperbolische Segment. Selbstverständlich ist nunmehr der geringe Effect des Bessemer-Gwynne'schen Flügels leicht einzusehen.

3.

Die vorhin behandelte Aufgabe läßt noch eine Umkehrung zu. Wir hatten nämlich die Gleichung

$$C^2\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2[r^2 f(r)]^2 - C^4},$$

welche jedesmal zum Ziele führt, sobald $y = f(r)$ bekannt oder gegeben ist. Es können nun aber auch solche Fälle vorkommen, in welchen die Gleichung $C^2\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2[f(r)]^2 - C^4}$ gegeben ist, wo es sich dann umgekehrt um die Ermittlung der Gleichung $y = f(r)$

handelt. Um die Behandlung auch für diesen Fall kennen zu lernen, setzen wir der Kürze wegen $\int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2[f(r)]^2 - C^4} = U$, so daß

$$C^2\varphi = U \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

wird. Differenzirt man diese Gleichung nach φ, so hat man

$$C^2\partial\varphi = \frac{\partial U}{\partial\varphi}\, \partial\varphi,$$

oder noch da $\frac{\partial U}{\partial\varphi} = \frac{\partial U}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial\varphi}$

$$C^2\partial\varphi = \frac{\partial U}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial\varphi} \cdot \partial\varphi;$$

multiplicirt man hierauf mit r

$$C^2 r\partial\varphi = r \cdot \frac{dU}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial\varphi} \cdot \partial\varphi$$

woraus schließlich

$$r\partial\varphi = \frac{r}{C^2} \cdot \frac{\partial u}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial\varphi} \cdot \partial\varphi.$$

Nun ist aber, wie wir wissen $\partial s = \sqrt{\partial r^2 + r^2\partial\varphi^2}$, also wenn man für $r\partial\varphi$ substituirt

$$\partial s = \sqrt{\partial r^2 + \frac{r^2}{C^4}\left(\frac{\partial U}{\partial r}\right)^2 \cdot \left(\frac{\partial r}{\partial\varphi}\right)^2 \cdot \partial\varphi^2},$$

und wenn man beiderseits durch ∂r dividirt

$$\frac{\partial s}{\partial r} = \sqrt{1 + \frac{r^2}{C^4}\left(\frac{\partial U}{\partial r}\right)^2 \cdot \left(\frac{\delta r}{\partial\varphi}\right)^2 \cdot \left(\frac{\partial\varphi}{\partial r}\right)^2}.$$

Es ist aber

$$\left(\frac{\partial r}{\partial\varphi}\right)^2 \cdot \left(\frac{\partial\varphi}{\partial r}\right)^2 = \left(\frac{\partial r}{\partial\varphi} \cdot \frac{\partial\varphi}{\partial r}\right)^2 = 1,$$

somit endlich

$$\frac{\partial s}{\partial r} = \sqrt{1 + \frac{r^2}{C^2}\left(\frac{\partial U}{\partial r}\right)^2}.$$

Der Gleichung (4) zufolge war aber

$$y = \frac{C^2}{r} \cdot \frac{\partial s}{\partial r},$$

also wenn man substituirt

$$(8) \quad \ldots\ldots \quad y=\frac{C^2}{r}\sqrt{1+\frac{r^2}{\partial r}\left(\frac{\partial u}{\partial r}\right)^2},$$

welche Gleichung sofort den Werth $y=f(r)$ bestimmt, sobald der Werth

$$U=\int\frac{\partial r}{r}\sqrt{r^2[f(r)]^2-C^4}$$

gegeben ist.

Es wird gut sein, auch dies durch Beispiele zu beleuchten.

Zu dem Zwecke sei erstens

$$C^2\varphi = A^2\log.nat\left(\frac{r}{r_0}\right);$$

wo A und C constante Werthe bezeichnen und die Variable φ vom Radius r_0 an gezählt wird. In diesem Fall ist also

$$U=A^2\log.nat\left(\frac{r}{r_0}\right)$$

also

$$\frac{\partial u}{\partial r}=\frac{A^2}{r};$$

daher

$$\left(\frac{\partial u}{\partial r}\right)^2=\frac{A^4}{r^2} \text{ und } r^2\left(\frac{\partial u}{\partial r}\right)^2=A^4;$$

so daß, wenn man in (8) substituirt

$$y=\frac{C^2}{r}\sqrt{1+\frac{A^4}{C^4}}=\frac{1}{r}\sqrt{C^4+A^4}$$

oder wenn man C^4+A^4 kurzweg mit m^4 bezeichnet

$$y=\frac{m^2}{r}$$

also wirklich die Assymptotengleichung einer gleichschenkligen Hyperbel herauskommt, wie dies auch bereits aus dem vorhin angeführten zweiten Beispiel bereits bekannt ist.

Es sei als zweites Beispiel die Schaufel nach einer archimedischen Spirale gekrümmt, also $C^2\varphi = Ar$, wo A eine Constante bezeichnet. Man hat nun

$$U = Ar \text{ also } \frac{\partial u}{\partial r} = A \text{ und } \left(\frac{\partial u}{\partial r}\right)^2 = A^2;$$

also wenn man in (8) substituirt

$$y = \frac{C^2}{r}\sqrt{1 + \frac{r^2}{C^4} \cdot A^2}$$

oder nach leichter Reduction

$$y^2r^2 - A^2r^2 - C^4 = 0$$

als Gleichung der gesuchten Contourlinie des Schaufelrandes.

4.

Wir gehen nun zum letzten Theile unserer Aufgabe über.

Das Vorausgehende setzt uns in den Stand Form und Gestalt eines Flügels theoretisch genau zu bestimmen; dies genügt indeß noch nicht, es fehlt noch die Verbindung, welche uns von der Theorie zur Praxis hinüberführt, ohne welcher unsere Untersuchung nur eine leere, unfruchtbare Speculation bliebe. Wir erreichen unser Ziel sobald wir die Frage lösen: Wie viel Wasser und auf welche Druckhöhe wird ein nach dem Vorangehenden und unter Einhaltung vorgeschriebener Dimensionen construirter Centrifugalflügel heben können?

Um diese Frage in Angriff nehmen zu können, kehren wir nochmals zu unserer ersten Figur zurück; unterziehen wir den von den Curven *ab* und *cd* (bei denen wir ganz außer Acht lassen wollen, daß sie in der Zeichnung als Kreisevolventen behandelt erscheinen) gebildeten Canal auf's Neue unserer Betrachtung.

Daß in ihm strömende Wasser wird schließlich mit einer Geschwindigkeit $c = \alpha\gamma$ an die Außenmündung *bd* gelangen; da es aber mit dem ganzen Flügelrad an der Rotation Theil nimmt, so wird es außer jener Geschwindigkeit noch die Umlaufsgeschwindigkeit $v = \alpha\gamma'$ besitzen; welche beide Geschwindigkeiten dem Parallelogramme $\alpha\beta\gamma\gamma'$ zufolge zur Resultirenden $\alpha\beta$ sich vereinigen.

Diese Componenten sind aber auch noch geometrische Tangenten einerseits an den Kreis *ABC* und andererseits an die zwischen den Curven *ab* und *cd* denkbare Mittellinie; der Winkel $\alpha\gamma'\beta = \alpha\gamma\beta$ wird also dem Winkel *sdb* gleich, unter welchem die Curve *ab* den

Kreis ABC durchschneidet; oder auch noch wird das Complement desjenigen Winkels sein, unter welchem die Curve ab den Radius bo durchschneidet. Dies wissend, bezeichne man Winkel $\alpha\gamma\beta$ vorläufig mit α; so bestimmt sich die Resultirende $\alpha\beta$ aus dem $\Delta\alpha\beta\gamma$ durch die Gleichung:

$$\alpha\beta^2 = \alpha\gamma^2 + \beta\gamma^2 - 2\alpha\gamma \, . \, \beta\gamma \cos \alpha$$

oder noch

$$\alpha\beta^2 = c^2 + a^2\omega^2 - 2c \, . \, a\omega \, . \cos \alpha.$$

Das aus der Mündung bd austretende Wasser kommt mit dem Flügel nicht mehr in Berührung; und da es sich mit der absoluten Geschwindigkeit $\alpha\beta$ entfernt: so nimmt es die Arbeitskraft:

$$\frac{Q\gamma \, . \, \alpha\beta^2}{2g} \text{ d. h. } \frac{Q\gamma}{2g}\left[c^2 + a\omega^2 - 2ca\omega \cos \alpha\right]$$

mit sich fort. Um den hieraus erwachsenden Arbeitsverlust so viel wie möglich herabzuziehen, wird man den trinomischen Factor durch eine geschickte Wahl der Nulle so nahe als möglich bringen. Derselbe läßt sich nach leichter Rechnung auf die Form:

$$(c - a\omega)^2 + 4ca\omega \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

bringen. Der vorgesteckte Zweck wird nun erreicht wenn:

$$(c - a\omega)^2 + 4ca\omega \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 0;$$

was wieder nur so erfüllt werden kann, wenn sowohl

$$(c - a\omega)^2 = 0$$

als auch

$$4ca\omega \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 0,$$

d. h. wenn sowohl

$$c = a\omega$$

als auch $\alpha = 0$ entfällt.

Von dieser zweifachen Bedingung kann die zweite hier wohl nie erfüllt werden. Denn da die Curve ab nur eine offene Curve, eine Spirale sein kann, die die Achse 0 in unendlich vielen Windungen umschließt, so kann es keinen einzigen meßbaren Radius geben, auf den sie rechtwinklig auftreffen könnte; also gibt es keinen einzigen Punkt auf der Curve, für welchen das Complement dieses Winkels

$= 0$ entfiele. Mithin läßt sich von jener Doppelbedingung nur die erste erfüllen, so daß wir in der Folge voraussetzen müssen, daß

$$c = a\omega \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

sei. Das Wasser durchströmt also dieser Bedingung zufolge den Canal genau mit der nämlichen Geschwindigkeit, mit welcher der äußere Radrand um seine Achse rotirt. Eine Eigenschaft, die also der Centrifugalwasserflügel mit den Reactionsturbinen gemein hat.

Dieses wissend, gehen wir nun zur innern Mündung ac des Canals. Während der Flügel um den Punkt 0 rotirt, wird das in den Canälen befindliche Wasser durch die Centrifugalkraft nach außen getrieben, so daß bei wasserdicht versperrtem Saugrohr um die Achse 0 herum ein wasserleerer Raum sich bilden müßte, der bei geöffnetem Saugrohr aber in Folge des auf den Spiegel des Speisewassers wirkenden atmosphärischen Luftdruckes sich nicht entwickeln kann. Das gesammte Wasser zerfällt demnach in zwei Theile, wovon der eine durch die Centrifugalkraft in den Canälen getrieben wird, während der andere von den Flügeln noch nicht ergriffene die Kreisfläche MN ausfüllende Theil durch den Atmosphärendruck in die längst der Peripherie des Kreises MN stehenden Canalmündungen gepreßt wird.

Bezeichnet man den Atmosphärendruck mit p, die Erhebung des Kreises MN über dem Spiegel des Speisewassers mit k, so ist: $\frac{p}{\gamma} - k$ die Drucksäule, welche das vor der Mündung ac stehende Wasser noch besitzt, bezeichnet man diese mit h_n, dann ist ohne Rücksicht auf Contraction:

$$\sqrt{2gh_n}.$$

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in radialer Richtung $\delta\xi$ in die Mündung einzudringen sucht, und da das vorausgegangene von der Centrifugalkraft bereits ergriffene Wasser auf das eintretende keine Reaction ausübt, so folgt diese Geschwindigkeit:

$$\delta\xi = \sqrt{2gh_n} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\alpha)$$

Da nun diese $\delta\xi$ von der geometrischen Tangente $\delta\eta$, die zur Canalrichtung an der Mündungsstelle δ gedacht werden kann, um

den Winkel $\xi\delta\eta$ abweicht: so zerlegt sich die $\delta\xi$ dem Parallelogramme $\delta\eta\xi\eta'$ zufolge in die Componenten $\delta\eta$ und $\delta\eta'$ der Art, daß:

$$(\beta) \quad \begin{cases} \zeta\delta^2 = \delta\eta^2 - \xi\eta^2; \\ \text{und wenn Winkel } \xi\delta\eta \text{ kurz mit } \delta \text{ bezeichnet wird:} \\ \sin\delta = \dfrac{\xi\eta}{\delta\eta}. \end{cases}$$

Das in die Mündung ac eintretende Wasser beginnt demnach an dieser Stelle mit der relativen Geschwindigkeit $\delta\eta$ im Canal zu fließen und gelangt zum Schluß mit der Geschwindigkeit $\alpha\gamma$ an die Außenmündung bd. Da nun dem Frühern zufolge das Wasser den Canal mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchfließen soll, so folgt daß:

$$\delta\eta = \alpha\gamma \quad \text{also} \quad \delta\eta = a.\omega$$

sein müsse.

Andererseits ist wohl einzusehen, daß die zweite Componente $\delta\eta'$, soll anders das Wasser ohne Stoß in den Canal eintreten, mit der Umlaufsgeschwindigkeit der Kreisperipherie MN zusammenfallen, also:

$$\xi\eta = \delta\eta' = b.\omega$$

sein muß. — Führt man aber diese Werthe in die Gleichungen (β) ein, so hat man, mit Rücksicht auf (α):

$$(\gamma) \quad \ldots\ldots \begin{cases} 2gh_n = (a\omega)^2 - (b\omega)^2 \quad \text{und} \\ \sin\delta = \dfrac{b}{a}. \end{cases}$$

Die Geschwindigkeiten $a\omega$ und $b\omega$ können nur noch durch den Druck zweier Wassersäulen h_a und h_b erzeugt gedacht werden. Führt man diese an der Stelle jener in die letzten Formeln ein, so erhält man nach einfacher Rechnung:

$$(\delta) \quad \ldots\ldots \begin{cases} h_a = \dfrac{(a\omega)^2}{2g} \\ h_b = \dfrac{(b\omega)^2}{2g}; \end{cases}$$

sodann

$$\left.\begin{aligned} h_n &= h_a - h_b \text{ und} \\ \sin\delta &= \sqrt{\frac{h_a - h_n}{h_n}} \text{ oder} \\ \cos\delta &= \sqrt{\frac{h_n}{h_a}}. \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \quad (\varepsilon)$$

In diesen Gleichungen kommt den Drucksäulen h_a, h_b, h_n eine eigene Deutung zu, deren Sinn wir richtig erfassen müssen. Die Säule h_a ist jene Druckhöhe, welche die Geschwindigkeit: aw zu erzeugen vermag, aber ebenso wie die h_a die aw erzeugen kann, ebenso vermag umgekehrt die Geschwindigkeit aw eine Wasserstauung von der Druckhöhe h_a hervorzubringen; h_a ist demnach die Hubhöhe, auf welche der Flügel das Wasser hinaufhebt. — In Betreff der Säule h_n kommt zu bemerken, daß sie erhalten wird, wenn man die Säulenhöhe des Atmosphärendruckes um jene Säulenhöhe vermindert, die von den Eintrittsöffnungen des Rades bis zum Spiegel des Speisewassers herabreicht. — Die Säule h_b hingegen entspricht der innern Umlaufsgeschwindigkeit des Rades. Die erste der Gleichungen (ε) läßt sich nun noch so schreiben: $h_a = h_b + h_n$, welche in Worten also lautet: Die Druckhöhe des Flügels ist gleich der Geschwindigkeitssäule h_b der innern Umlaufsgeschwindigkeit des Rades, vermehrt um diejenige Säulenhöhe, welche nach Abzug der Erhebung des Rades über das Unterwasser von der Atmosphärendrucksäule übrig bleibt.

Die Gleichungen (δ) und (ε) setzen uns jetzt bereits in Stand, die Halbmesser des äußern und innern Radrandes zu bestimmen. Man findet nämlich diese nach einfachen Substitutionen und Reductionen:

$$b = \sqrt{2g\left(\frac{h_a - h_n}{\omega^2}\right)} \ldots\ldots \quad (10)$$

und

$$a = \sqrt{\frac{2gh_a}{\omega^2}} \ldots\ldots \quad (11)$$

In unseren bisherigen Formeln erscheinen blos noch die zu erreichenden oder einzuhaltenden Drucksäulen; um nun unsere Ein-

gangs erwähnte Frage vollständig zu lösen, müssen wir jetzt noch die zu hebende Wassermenge in diese Formeln einführen. Zu dem Zwecke benenne man die auf die Zeiteinheit sich beziehende Wassermenge mit Q. Diese Quantität wird längs der Peripherie des Kreises MN gleichförmig vertheilt in radialer Richtung in die Radcanäle eintreten. Ist x die Anzahl aller um 0 herum gestellter Flügel, also x die Anzahl aller, um den Kreis MN herum vertheilter Canäle, so wird $\frac{Q}{x}$ die auf einer dieser Canäle entfallende Wassermenge sein und da diese mit der Geschwindigkeit $\xi\delta = \sqrt{2gh_n}$ in den Canal ac eindringt, so ist der in der Kreislinie MN liegende Querschnitt ac

$$f = \frac{Q}{x\sqrt{2gh_n}}.$$

Aber es war zu Folge der ähnlichen $\Delta\Delta$ mtu und mnp: $pn = mp \cdot \frac{tu}{tm}$, welche Gleichung auf jeden Querschnitt also auch auf die Mündung ac des Canals anwendbar bleibt. In Bezug auf diese aber ist pn der auf die $\delta\eta$ $\perp$ gedachte Querschnitt, mp hingegen der kreisbogenförmig gekrümmte Querschnitt ac selbst, der Quotient $\frac{tu}{tm}$ endlich der Cosinus des Winkels $\eta\delta\xi = \delta$; führt man nun diesen aus Formel (ε) ein, und bezeichnet man jene beziehungsweise mit f' und f, so hat man

$$f' = f\sqrt{\frac{h_n}{h_a}}$$

d. h.

$$f' = \frac{Q}{x\sqrt{2gh_n}} \cdot \sqrt{\frac{h_n}{h_a}}$$

oder noch, wenn man abkürzt

$$(12) \quad \ldots\ldots \quad f' = \frac{Q}{x\sqrt{2gh_a}}.$$

Gehen wir nun andererseits auf die Gleichung (4) zurück. Beziehen wir diese auf die Mündung ac, so kommt zu berücksichtigen, daß dann $r = b$ zu setzen kommt; geben wir die diesem Radius $r = b$ zukömmlichen Werthe des y und $\frac{\partial r}{\partial s}$ die Bezeichnungen y_b und $\left(\frac{\partial r}{\partial s}\right)_b$, so folgt aus (4):

$$f' = b \cdot y_b \cdot \varphi \cdot \left(\frac{\partial r}{\partial s}\right)_b = C^2.$$

Da nun (10) und (ε) zufolge

$$b = \sqrt{\frac{2g(h_a - h_n)}{\omega^2}} \text{ und } \left(\frac{\partial r}{\partial s}\right)_b = \sqrt{\frac{h_n}{h_a}};$$

so folgt nach gehöriger successiver Zusammenstellung aller dieser Werthe

$$f' = \frac{\varphi y_b \sqrt{2g}}{\omega} \sqrt{\frac{h_n(h_a - h_n)}{h_a}}$$

und durch Gleichstellung dieser Gleichung mit (12)

$$y_b = \frac{Q\omega}{2x\varphi g \sqrt{h_n(h_a - h_n)}}.$$

Nun kommt noch zu berücksichtigen, daß $x\varphi$, d. h. das Maaß des Bogens ac x — mal genommen die ganze Peripherie des Kreises für den Radius $r = 1$ gibt; daher endlich

$$y_b = \frac{Q\omega}{4\pi g \sqrt{h_n(h_a - h_n)}}; \quad \ldots \ldots \quad (13)$$

durch welche Gleichung sofort die zur Drehachse des Flügels parallel gemessene Schaufelbreite y_b an der Eintrittsstelle des Wassers gegeben wird.

5.

Unser letzter Abschnitt drückt alle constructiven Grundmaaßen unseres Centrifugalwasserflügels durch die zu liefernde Wassermenge und durch die zu erreichenden Druckhöhen aus. Formel (10) und (11) geben uns die inneren und äußeren Halbmesser des Flügelrades; die letzte der drei Formeln (ε) gibt uns die Neigung des innern Schaufelrandes zur Umdrehungsrichtung; Formel (12) gibt uns den Flächeninhalt des Querschnittes eines der Canäle, und endlich (13) die Breite der Schaufel, mithin also auch die Radweite an den Eintrittsstellen des Wassers. Bedenkt man noch, daß die Formeln (5) und (8) uns den Zusammenhang ausdrücken, der zwischen der zu wählenden Contourform des Schaufelrandes und der für die Krüm-

mung der Schaufel zu wählenden Curve besteht, so ist klar, daß unsere Abhandlung die Theorie des Centrifugalwasserflügels so ziemlich, und zwar in der größten Allgemeinheit erschöpft.

Indessen kann der Aufmerksamkeit nicht entgehen, daß außer der Schaufelbreite und dem Neigungswinkel der Schaufel an der innern Radmündung, so wie außer den beiden Radhalbmessern noch nichts weiter bestimmt ist; für alles Übrige bietet sich dem Constructeur ein weiter Spielraum dar, dem nur die Bedingung eine Grenze setzt; solche Schaufelformen zu wählen, daß den von den Schaufeln gebildeten Canälen an allen Orten gleichgroße Querschnitte entsprechen.

Vom theoretischen Standpunkte aus stellt sich dieser freien Wahl der Schaufelform keine weitere, beengende Bedingung entgegen. Die Theorie hat uns geleistet was sie vermochte; sie ist eben erschöpft. Anders gestaltet sich indeß die Sache vom praktischen Standpunkte aus. Für die Praxis kann es nicht gleichgiltig sein, welche Form die Schaufel erhält; hier kann die Wahl der Form an anderweitige Bedingungen geknüpft werden, deren Nichtbeachtung die Vollkommenheit der Construction beeinträchtigt: daher wir trachten müssen unsere Aufgabe auch von dieser Seite aus zu betrachten.

Vor Allem aber müssen wir uns über die Anforderungen der Praxis in's Reine setzen. Die Praxis verlangt aber von einer tadellos sein sollenden Maschine, daß sie im Vergleich zu anderen ähnlichen Constructionen mit dem größten Nutzen oder, was auf dasselbe hinausläuft, mit den kleinsten Verlusten arbeite. Solche Verluste können auf doppelte Art entstehen: aus theoretischen oder aus praktischen Gründen. In Betreff der ersteren haben wir im Vorangehenden das Mögliche geleistet; wir haben demnach nur noch auf die aus praktischen Mängeln hervorgehenden Verluste zu sehen.

Solche Verluste erwachsen aus der beim Ein- und Austritt des Wassers an den Radmündungen sich bildenden Contraction der Wasserstrahlen, so wie aus der an den Canalwänden sich entwickelnden Reibung des Wassers. Wir wollen es nun versuchen, beides in den Bereich unserer Untersuchung zu ziehen, um unter den durch (5) und (8) umfaßten Combinationen jene zu ermitteln, welche vor den Übrigen den Vorzug verdient. In Betreff der ersteren wird man trachten müssen die Radmündungen so einzurichten damit die Contraction möglichst klein entfalle; in Betreff der letztern hingegen

wird man die Radcanäle nach solchen Curven zu krümmen haben, daß die Reibungsverluste des Wassers auf ein Minimum herabgezogen werden. Die Contractionserscheinungen werden also blos für die Radmündungen also blos für die beiden Canalenden, die Reibungserscheinungen hingegen für die Form der ganzen Canallänge maßgebend sein.

Nachdem wir dieses einleitungsweise vorausgeschickt, werde die Zahl der Radcanäle oder, was dasselbe ist, die Zahl der Schaufeln wieder mit x bezeichnet. Unter diesen x Canälen einen erwählend, wollen wir dessen sämmtliche, von der Eintritts- bis zur Austrittsmündung denkbare Querschnitte einer aufmerksamen Betrachtung unterziehen.

Die Flächeninhalte dieser Querschnitte wollen wir von der Eintrittsstelle an bis zur letzten hinaus der Reihe nach mit:

$$f_b, f_{b+1}, f_{b+2}, \ldots . f_{a-1}, f_a$$

und die Radien, unter welche sie zu liegen kommen, mit

$$r_b, r_{b+1}, r_{b+2}, \ldots . r_{a-1}, r_a$$

bezeichnen.

Die Flächen dieser, Rechtecke bildenden, Querschnitte können dem Frühern zufolge noch durch das Product $y.d$ ausgedrückt werden; wenn y die Schaufelbreite und d der an der Stelle des Querschnittes gemessene beiderseitige Abstand der Schaufeln bezeichnet. Da nun diese Querschnitte dem Frühern zufolge alle gleiche Flächen besitzen sollen, so erhält man die Reihe von Gleichungen:

$$y_b d_b = y_{b+1} . d_{b+1} = y_{b+2} . d_{b+2} = \ldots . y_{a-1} . d_{a-1} = y_a . d_a . \quad (\xi)$$

Nun wurde y stets als eine Function von r betrachtet; man wird also die verschiedenen y erhalten, indem man in einer Gleichung von der Form $y = f(r)$ statt r nacheinander $r_b, r_{b+1}, r_{b+2}, \ldots r_a$ setzt. Die dadurch zu Stande kommende Werthreihe für y wird allgemein sehr mannigfach abwechseln können. Wie verschieden aber auch die Glieder variiren mögen, immer wird man drei Hauptfälle unterscheiden können. Es wird nämlich die Werthreihe für y entweder eine steigende oder eine fallende sein oder es werden die Glieder alle gleich groß entfallen. Welchen der drei Fälle man auch immer voraussetzt, immer wird den Gleichungen (ξ) zufolge die

Werthreihe des y eine ihr gliedweise correspondirende Werthreihe des d zur Begleitung haben; so zwar daß, jenachdem:

$$(\eta) \begin{cases} y_b \gtreqless y_{b+1} \gtreqless y_{b+2} \gtreqless \ldots\ldots \gtreqless y_a \\ \text{gefunden wird, demgemäß auch} \\ d_b \lesseqgtr d_{b+1} \lesseqgtr d_{b+2} \lesseqgtr \ldots\ldots \gtreqless d_a \end{cases}$$

sein muß.

Auf Grund dieser Doppelreihe sind wir nun im Stande nachzuweisen: Daß die Reibung des Wassers im Canal nur dann am kleinsten entfällt, wenn $y = f(r)$ und die mit ihr in Verbindung stehende Gleichung (5) der Art gewählt wird, daß der Schaufel von der Grenze $r = b$ bis zur Grenze $r = a$ hin überall die gleiche Breite zukommt; und zwar wird die Reibung in dem Falle, wenn das constante y so gewählt wurde, daß der Querschnitt des Canals die Quadratform annimmt, ein absolutes, ansonsten nur ein relatives Minimum sein. In jedem andern Falle, $y = f(r)$ möge wie immer gewählt werden, wird die Reibung größer entfallen,

Zur Erhärtung dieser Behauptung kehren wir zu unseren Ungleichheiten unter (y) wieder zurück. Jene Reihen beginnen zwar mit dem Zeiger b und brechen mit dem Zeiger a ab: indessen ist wohl einzusehen, daß beide erforderlichen Falles sowohl unter die untere Grenze b herab als auch über die obere a hinauf fortgesetzt gedacht werden können. Die in diesen Reihen vorkommenden y und d sind nur von der Art, daß, wenn die eine Reihe eine steigende ist, die andere dann nothwendigerweise eine fallende sein muß und umgekehrt. Vergleicht man nun jedes Glied der obern Reihe mit dem correspondirenden Gliede der untern Reihe; so werden die ersteren bald größer bald kleiner als die letzteren sein, wie auch immer aber diese Verschiedenheit sich gestalte; so wird nothwendigerweise wenigstens ein Glied der obern Reihe von der Form y_{b+z} dem correspondirenden Gliede d_{b+z} der untern Reihe gleich sein.

Wir wollen nun an die Bedingung uns halten, daß $y = f(r)$ von der Natur sei, von b bis a hin entweder durchgehends fallende,

oder durchgehends steigende Werthe des y zu geben. Zwar werden außer diesen zweien noch viele andere Fälle existiren, in welchen die Sache sich anders gestaltet. Wäre aber beispielsweise $y=f(r)$ von der Natur von $r=r_b$ an bis $r=r_{b+m}$ eine steigende, von da an bis $r=r_{b+n}$ hin wieder eine fallende Reihe für y zu geben u. s. w., so läßt sich der von b bis a reichende Canal in Strecken abtheilen, so daß die erste von b bis $b+m$ lauter steigende, die zweite von $b+m$ bis $b+n$ lauter fallende Werthe des y enthaltet u. s. w., welche Strecken nunmehr wechselweise nach den beiden angeführten Fällen leicht zu behandeln sein werden; so daß es genügt, nur die Fälle zu behandeln, in welchen y von b bis a fortwährend abnimmt oder fortwährend zunimmt. Unter dieser Bedingung aber können wir sagen, daß es außer dem Werthepaar y_{b+z} und d_{b+z} kein zweites unter sich gleiches Werthepaar gibt. Und stellt man die correspondirenden Glieder der über die Grenzen b und a hinaus fortgesetzten Reihen (ν) vergleichsweise zusammen, so wird man finden, daß:

$$\left.\begin{array}{lcl} y_{b+z-m} & \gtrless & d_{b+z-m} \\ y_{b+z-m+1} & \gtrless & d_{b+z-m+1} \\ \vdots & & \vdots \\ y_{b+z-1} & \gtrless & d_{b+z-1} \\ y_{b+z} & = & d_{b+z} \\ y_{b+z+1} & \lessgtr & d_{b+z+1} \\ \vdots & & \vdots \\ y_{h+z+n} & \lessgtr & d_{b+z+n} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (\vartheta)$$

Aus diesem Systeme von Ungleichheiten ist nun ersichtlich, daß der Radcanal entweder gar keinen oder nur einen einzigen quadratförmigen Querschnitt haben kann. In Betreff der örtlichen Lage dieses quadratischen Querschnittes müssen nun bei Vergleichung der von b bis a reichenden Reihen *sub* (ν) mit den von $b+z-m$ bis $b+z+n$ reichenden Ungleichheiten *sub* (ϑ) drei Fälle unterschieden werden. Es kann nämlich erstens der Zeiger $b+z\leqq b$; zweitens es kann $b+z$ zwar $>b$ aber $<a$ und drittens es kann $b+z\gtreqless a$ sein; von welchen drei Fällen der mittlere eine Combination der beiden andern bildend nicht besonders berücksichtigt zu werden braucht, weßhalb er auch von uns ganz übergangen wird.

Ist aber $b+z\leqq b$, so können die vom Zeiger b bis zum Zeiger a reichenden Glieder der Reihen (ν) nur unter denjenigen Gliedern

von (ϑ) vorkommen, die vom Zeiger $b+z$ bis $b+z+n$ hin sich erstrecken. In diesem Falle also kann der quadratische Querschnitt oder das ihm zunächst tretende Rechteck nur an der innern Canalmündung liegen; und jeder der übrigen Querschnitte weicht von der Quadratform um so mehr ab, je näher er zur äußern Canalmündung liegt.

Wenn hingegen $b+z \gtreqless a$ ist, dann können die von b bis a reichenden Glieder von (η) nur unter denjenigen von (ϑ) vorkommen, welche vom Zeiger $b+z-m$ bis $b+z$ hin sich erstrecken; und der quadratische — oder der von ihm am wenigsten abweichende Querschnitt kann nur an die äußere Canalmündung hinfallen. Jeder der übrigen Querschnitte aber wird von der Quadratform um so mehr abweichen, je näher er zur innern Canalmündung liegt.

Faßt man dies endlich zusammen und berücksichtigt man, daß die Reihe der y an und für sich in beiden Fällen sowohl steigend als fallend sein kann, so ergeben sich schließlich folgende vier Fälle:

1. Wenn die Schaufelbreite y gegen den äußern Radrand zu abnimmt und der quadratische Querschnitt an der innern —;

2. Wenn bei in derselben Ordnung abnehmenden y der quadratische Querschnitt an der äußern Canalmündung liegt;

3. Wenn bei gegen den äußern Radrand hin zunehmendem y der quadratische Querschnitt an die innere —; endlich

4. Wenn dieser, bei in derselben Ordnung zunehmender Schaufelbreite, an die äußere Canalmündung hinfällt. Welche vier Fälle in der Folge jederzeit in derselben Ordnung und unter denselben Zahlen wie hier anführen wollen.

Nach diesem wollen wir uns den Reibungswiderständen selbst zuwenden. Nach du Buat's bis nun noch unangefochtenem Principe wächst die Höhe der den Reibungswiderstand messenden Wassersäule wie das Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, wie die Länge des Canals, wie der Umfang seines Querschnittes und verkehrt wie dessen Fläche.

Betrachten wir nun die Querschnitte pn und sq in erster Figur als zwei zu einander unendlich nahe Querschnitte des Canals $abcd$. Die unendlich kleine von p bis s reichende Länge dieses unendlich kurzen Canalsegmentes heiße ∂s, die Fläche seines Querschnittes f, dessen Umfang p, so wie die Geschwindigkeit des Wassers in diesem Canalsegmente v; endlich sei μ der auf die Einheiten der Canallänge,

der Querschnittsfläche, des Querschnittsumfanges und der Geschwindigkeit sich beziehende Reibungswiderstand, so hat man nach du Buat:

$$\frac{\mu . v^2 . p . \partial s}{2g\zeta} = \partial h =$$

der unendlich kleinen Wassersäule, welche die Arbeit der in diesem Canalsegmente sich entwickelnden Reibung zu verrichten vermag. Aus dieser folgt für den ganzen Canal:

$$h = \frac{\mu}{2g} . \int \frac{v^2 p \partial s}{f};$$

oder da v und f in Bezug auf unsern Canal constant sind:

$$h = \frac{\mu v^2}{2gf} \int p \partial s;$$

wobei das Integrale von $r = b$ bis $r = a$ sich zu erstrecken hat.

Es läßt sich nun aber $\int p \partial s$ hier noch als ein Aggregat derjenigen Producte betrachten, die aus $p \partial s$ hervorgehen, wenn man für p und ∂s die mit den vorhin in Betracht gezogenen Querschnitten: $f_b, f_{b+1}, \ldots f_a$ correspondirenden Werthe $p_b, p_{b+1}, \ldots p_a$ und $\partial s_b, \partial s_{b+1} \ldots \partial s_a$ substituirt, so daß sich

$$h = \frac{\mu v^2}{2gf} [p_b . \partial s_b + p_{b+1} . \partial s_{b+1} + p_{b+2} . \partial s_{b+2} + \ldots p_a \partial s_a] \quad (\psi)$$

setzen läßt, welches Integrale um so kleiner entfällt, je kleiner die in der Klammer stehende Summe ist.

Aber nun sind die in Frage stehenden Querschnitte lauter Rechtecke von gleicher Fläche, deren Umfänge $p_b, p_{b+1}, \ldots p_a$, um so größer entfallen, je mehr sie von der Quadratform abweichen. Nimmt man nun von den betrachteten vier Fällen den ersten vor, der eintritt, wenn bei nach außen zu abnehmender Flügelbreite der quadratische Querschnitt an der innern Mündung liegt, so ist gewiß

$$\left.\begin{array}{l} p_b = p_b \\ p_b < p_{b+1} \\ p_b < p_{b+2} \\ \vdots \quad \vdots \\ p_b < p_a \end{array}\right\} \text{ daher auch noch: } \begin{array}{l} p_b . \partial s_b = p_b . \partial s_a \\ p_b . \partial s_{b+1} < p_{b+2} . \partial s_{b+1} \\ p_b . \partial s_{b+2} < p_{b+2} . \partial s_{b+2} \\ \vdots \quad \vdots \\ p_b . \partial s_a < p_a . \partial s_a; \end{array}$$

addirt man diese Ungleichheiten, so ist folglich

$$p_b[\partial s_b + \partial s_{b+1} + \partial s_{b+2} + \ldots . \partial s_a]$$
$$< p_b . \partial s_b + p_{b+1} . \partial s_{b+1} + p_{b+2} . \partial s_{b+2} + \ldots . p_a . \partial s_a.$$

Multiplicirt man dieses mit $\frac{\mu v^2}{2g}$, so erhält man die Ungleichheit

$$\frac{\mu v^2 p_b}{2g}[\partial s_b + \partial s_{b+1} + \partial s_{b+2} + \ldots . \partial s_a]$$
$$< \frac{\mu v^2}{2g}[p_b \partial s_b + p_{b+1} . \partial s_{b+1} + \ldots . + p_a . \partial s_a],$$

in welcher der rechtsseitige Theil mit der vorhin dargestellten Reibungssäule h zusammenfällt, während der linksseitige eine Reibungssäule darstellt, die zutrifft, wenn den Querschnitten nicht nur gleiche Fläche, sondern auch noch gleiche Umfänge entsprechen, was nur so zutreffen kann, wenn die Querschnitte congruente Figuren bilden; was wieder nur dann denkbar ist, wenn die Schaufeln überall den nämlichen Abstand von einander erhalten; was aber endlich dem Frühern nach nur bei einer Evolventenschaufel zulässig ist. Daher wir endlich zu der Überzeugung gelangen, daß die Evolventenschaufel hinsichtlich der Reibung alle jene Schaufelformen übertrifft, bei welchen die Schaufelbreite nach außen zu abnimmt und der quadratische Querschnitt an die innere Canalmündung hinfällt.

Nimmt man nun den zweiten der oben angeführten vier Fälle vor, der eintritt, wenn die Schaufelbreite nach außen zu zwar abnimmt, der quadratische Querschnitt aber an die äußere Canalmündung hinfällt; so ist jetzt nothwendigerweise

$$\left.\begin{array}{l} p_b > p_a \\ p_{b+1} > p_a \\ p_{b+2} > p_a \\ \vdots \quad\quad \vdots \\ p_a = p_a \end{array}\right\} \text{daher:} \quad \begin{array}{l} p_b . \partial s_b > p_a . \partial s_b \\ p_{b+1} . \partial s_{b+1} > p_a . \partial s_{b+1} \\ p_{b+2} . \partial s_{b+2} > p_a . \partial s_{b+2} \\ \vdots \quad\quad \vdots \\ p_a . \partial s_a = p_a . \partial s_a; \end{array}$$

also wenn man addirt, und hierauf mit $\frac{\mu v^2}{2g}$ multiplicirt

$$\frac{\mu v^2}{2g\zeta}[p_b \partial s_b + p_{b+1} . \partial s_{b+1} + \ldots . p_a . \partial s_a]$$
$$> \frac{\mu v^2 p_a}{2g}[\partial s_b + \partial s_{b+1} + \ldots . \partial s_a].$$

In welcher Ungleichheit der linksseitige Theil die oben unter (ψ) dargestellte Reibungssäule repräsentirt, während die rechtsseitige wieder jene vorstellt, die zutrifft, wenn die Querschnitte des Canals nicht nur von gleicher Fläche, sondern auch von gleichem Umfange sind; was aber dem Vorigen zufolge nur bei der Evolventenschaufel stattfindet. Wir sehen also, daß die Evolventenschaufel in Bezug auf die Reibung auch jene Schaufelformen übertrifft, bei welchen die Schaufelbreite nach außen zu abnimmt und der quadratische Querschnitt an die äußere Canalmündung hinfällt.

Setzt man ferner den dritten der obigen vier Fälle voraus, der eintritt, wenn die Schaufelbreite von innen nach außen zunimmt und der quadratische Querschnitt an die innere Canalmündung hinfällt; in diesem Falle ist

$$\left.\begin{array}{l} p_b = p_b \\ p_b < p_{b+1} \\ \vdots \quad\; \vdots \\ p_b < p_a \end{array}\right\} \text{daher:} \qquad \begin{array}{l} p_b \, . \, \partial s_b \; = p_b \; . \, \partial s_b \\ p_b \, . \, \partial s_{b+1} < p_{b+1} \, . \, \partial s_{b+1} \\ \vdots \qquad\quad \vdots \\ p_b \, . \, \partial s_a \; < p_a \; . \, \partial s_a ; \end{array}$$

somit folgt

$$\frac{\mu v^2 p_b}{2g\zeta}\left[\partial s_b + \partial s_{b+1} + \ldots \partial s_a\right] < \frac{\mu v^2}{2g\zeta}\left[p_b \partial s_b + p_{b+1} . \partial s_{b+1} + \ldots . p_a . \partial s_a\right].$$

Man erkennt nun auf den ersten Blick im linksseitigen Theile dieser Ungleichheit die für die Evolventenschaufel giltige Reibungssäule, während der rechtsseitige wiederum die Reibungssäule (ψ) vorstellt. Man überzeugt sich daher, daß die Evolventenschaufel in Bezug auf die Reibung wiederum jene Schaufelformen übertrifft, bei welchen die Schaufelbreite nach außen hin zunimmt und der quadratische Querschnitt an die innere Radmündung fällt.

Setzt man endlich den letzten der erwähnten vier Fälle voraus, in welchem die Schaufelbreite nach außen hin zunimmt und der quadratische Querschnitt am äußern Radrand liegt, so hat man

$$\begin{array}{l} p_b \quad > p_a \\ p_{b+1} > p_a \\ \vdots \qquad \vdots \\ p_a \quad = p_a . \end{array}$$

somit nach Wiederholung der bereits bekannten Rechnung

$$\frac{\mu v^2}{2g}[p_b \partial s_b + p_{b+1} . \partial s_{b+1} + \ldots . p_a . \partial s_a]$$
$$> \frac{\mu v^2 p_a}{2g}[\partial s_b + \partial s_{b+1} + \partial s_{b+2} + \ldots \partial s_a].$$

Da nun auch hier der rechtsseitige Theil die Reibungssäule für die Evolventenschaufel, der linksseitige hingegen jene unter (ψ) dargestellte repräsentirt, so überzeugt man sich nunmehr, daß die Evolventenschaufel in Bezug auf Reibung auch noch die zu diesem letzten Falle gehörigen Schaufelformen übertrifft.

Fassen wir nun alle vier Fälle zusammen, so sehen wir, daß der Reibungsverlust für alle vier größer entfällt als für eine Evolventenschaufel. Da nun aber jene vier Fälle alle andern wie immer gearteten Schaufelcombinationen umfassen, so sind wir schließlich zu der Überzeugung gelangt, daß die am Eingange unserer Abhandlung gefundene Evolventenform in Bezug auf Reibung vor jeder andern wie immer gestalteten Schaufelform einen unbedingten Vorzug verdient.

So gestaltet sich die Sache in Bezug auf die Reibung; sehen wir nun zu, was uns die Contraction des Wasserstrahls für Bedingungen auferlegt.

Nach Bossut, du Buat und anderen Experimentatoren ist die Contraction des ausfließenden Strahles nur von der geometrischen Form der Mundöffnung abhängig; und zwar entfällt sie bei gleicher Querschnittsfläche für jene Mundöffnung am kleinsten, deren Polygonform dem gleichartigen regelmäßigen Polygon am meisten sich nähert. Diesem zufolge müssen wir also unser Flügelrad der Art combiniren, daß die, stets Rechtecke bildende, Querschnittsform der inneren und äußeren Radmündungen der Quadratform so viel wie möglich sich nähern; und es ist nun klar, daß der Flügel, wenn dessen Canälen die Quadratform gegeben wird, sowohl in Bezug auf die Reibungs- als auch in Bezug auf die Contractionsverluste sein absolutes Minimum erreicht. Erfüllt man aber diese Bedingung, so eröffnet sich mit einem Schlage der Weg zur Ermittlung der Anzahl der Schaufeln des Flügelrades.

Bezeichnet man nämlich mit φ den Centriwinkel aoc (Fig. 1), so muß, da $ao = b$ ist

$$arc. ac = b\varphi;$$

daher da x solcher Bögen um 0 herum liegen sollen, welche zusammen die Peripherie $2\pi b$ geben

$$x = \frac{2\pi}{\varphi}.$$

Da nun die parallel zur Achse des Flügels gemessene Schaufelbreite ebenfalls $= arc.ac = b\varphi$ sein soll, so hat man

$$y = b\varphi;$$

oder wenn man für y aus (13) substituirt, und x heraussucht

$$x = \frac{8\pi^2 bg\sqrt{h_n(h_a - h_n)}}{Q.\omega};$$

substituirt man hier endlich aus (10) den Werth für b, so hat man

$$(14) \quad \ldots\ldots \quad x = \frac{8\pi^2\sqrt{2g^3 h_n}\,[h_a - h_n]}{Q.\omega^2}.$$

Mit welcher Formel der erste Theil unserer Abhandlung sofort seinen Abschluß erreicht.

6.

Wir gehen nun zum Ventilatorflügel über.

Gleich Eingangs müssen wir auf einen in alle Abhandlungen über diesen Flügel aufgenommene Unwahrheit aufmerksam machen, indem wir uns bemühen sie gleichzeitig zurecht zu weisen.

Es ist nämlich herrschende Mode geworden zu sagen: „wenn die Querschnitte der Innen- und Außenmündungen der Radcanäle mit f und F, und die bezüglichen Geschwindigkeiten des ein- und austretenden Mediums mit v und c bezeichnet werden, so ist in Bezug auf die ein- und ausströmenden Volumina des Mediums

$$(15) \quad \ldots\ldots\ldots \quad fv = Fc\text{“}$$

(Man sehe unter Anderm Weißbach's bekannte Mechanik III. Band 1129 S. nach.)

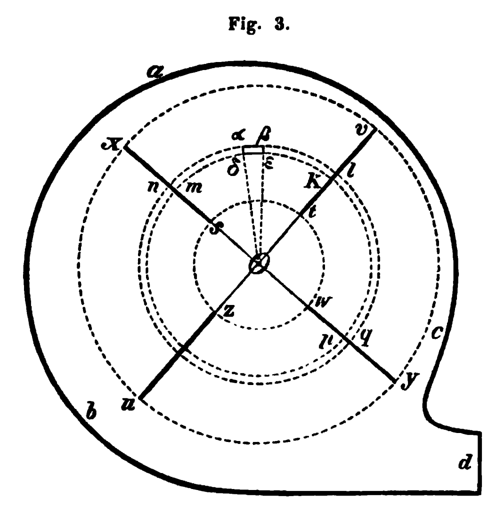
Diese Gleichung, die gelinde gesprochen, nicht wahr ist, kann und könnte nur unter der Voraussetzung gelten, daß das durch die Radcanäle geführte Medium unter den hier vorkommenden Spannungsverschiedenheiten keinerlei Volumenveränderung erleide; was aber,

wenigstens für atmosphärische Luft, entschieden in Abrede gestellt werden muß. Übrigens wird eine gesunde Theorie des Centrifugalventilators in solange nicht zu erwarten sein, in solange man sich von der alten Gewohnheit nicht losschraubt, die Wirkung dieses Flügels nach den nämlichen Principien zu beurtheilen, nach welchen die Wirkung eines Wasserflügels oder einer Wasserturbine beurtheilt zu werden pflegt. Wir sind der festen Überzeugung, daß eine präcise Theorie des Ventilatorflügels nur auf dem Gesetz der Luftverdichtung sich begründen läßt, daher wir denn auch zuerst dieses zu entwickeln trachten müssen.

Es sei zu dem Zwecke *abc* (Fig. 3) der den Flügelapperat allseits umschließende Mantel; *d* die Mundöffnung, an welche dann die erforderliche Windleitung sich hermetisch anzuschließen hat; ferner sei 0 die Umdrehungsachse und *xs*, *vt*, *zy* .... die Schaufeln des Flügelapparates, die wir uns vorläufig, wie es auch gewöhnlich der Fall ist, als ebene Schaufeln denken wollen.

Die Mündung *d* einstweilen luftdicht abschließend, denken wir uns den Flügel mit der Winkelgeschwindigkeit ω in rasche Rotation versetzt, und suchen wir den hiebei eintretenden Gleichgewichtszustand der im Mantel eingeschlossenen von den Flügeln afficirten Luft zu ermitteln.

Fig. 3.



Bezeichnen wir die an den Punkten *x*, *n*...*s* des Flügels *xs* parallel zur Drehachse gemessenen Flügelbreiten mit y'', y, und y'. Diese Breitenlinien werden bei ihrer Rotation, die Flächen der Kreiscylinder *xvyu*; *nlq*; *stwz* beschreiben, deren Halbmesser wir noch mit r'', r und r' bezeichnen wollen. Denken wir uns mit dem vom Radius $on = r$ unendlich wenig differirenden Halbmesser *om* den mit *o* concentrischen, vom Cylinder *nlq* unendlich wenig verschiedenen Kreiscylinder *mkp* beschrieben,

so daß beide eine unendlich dünne cylindrische Luftschichte zwischen sich einschließen. Bezeichnen wir ferners die längst den Mantelflächen *xvyu*, *nlq* und *stwz* vertheilten Dichtigkeiten und Spannkräfte der Luft mit $\gamma''\gamma$ und γ' dann p'' p und p'. Die von den Cylinderflächen *nlq* und *mkp* begrenzte Luftschichte erliegt bei ihrer Rotation einer Centrifugalkraft, in Folge deren dieselbe auf die den Cylindermantel *nlq* von außen umschliessende nächste Luftschichte einen gewissen Druck ausübt, deren in der umhüllenden Schichte eine unendlich kleine Verdichtung hervorbringt. Denken wir uns, um diese auszudrücken in der Mantelfläche *nlq* ein Segment $\alpha\beta$, dessen Fläche $f=1$ ist, ausgeschnitten und die Radien αo, βo gezogen, und die Dicke $\alpha\delta$ der Luftschichte mit ∂r bezeichnet, so wird

$1 . \partial r =$ das Volumen des auf das Mantelsegment $\alpha\beta$ drückenden Luftvolumens, und

$\gamma\partial r$ die darin enthaltene Luftmasse, somit

$\gamma\omega^2 r\partial r$ die Centrifugalkraft derselben, mit welcher sie auf die äußere Fläche $\alpha\beta$ drückt, in Folge dessen die Spannung der äußern Luftschichte zunimmt, so daß diese Zunahme

$$\partial p = \gamma\omega^2 r\partial r$$

entfällt.

Andererseits ist nun dem Gay-Lussac'schen Gesetz zufolge, in französischem Maaß und Gewicht

$$\gamma = \frac{1 \cdot 2572}{1+0 \cdot 00367\, t} \cdot p;$$

wo t die Temperatur der Luft bezeichnet. Da nun aber diese in Bezug auf alle Luftschichten, wenigstens für die Dauer ihres Verweilens zwischen den Flügeln, immer die nämliche ist, so behält der Bruch

$$\frac{1 \cdot 2572}{1+0 \cdot 00367\, t}$$

für alle Luftschichten im Ventilator einen constanten Werth. Bezeichnet man diesen mit φ, so läßt sich endlich kurzweg

$$\gamma = \psi \cdot p$$

setzen. Führt man diesen Werth für γ in die obige Gleichung ein, so hat man

$$\partial p = \psi\omega^2 pr\partial r,$$

woraus nach Separirung der Variablen p und r

$$\int\frac{\partial p}{p}=\psi\omega^2\int r\partial r$$

entspringt.

Die verlangte Integration kann rechterseits nur auf die Grenzen $xo=r''$ und $so=r'$ sich erstrecken; den Grenzen r'' und r' correspondiren aber in Bezug auf p die Grenzen p'' und p' nach deren Einführung sofort

$$(16)\quad\begin{cases}\log.nat\left(\frac{p''}{p'}\right)=\psi\omega^2\left(\frac{r_{,,}^2-r_{,}^2}{2}\right)\text{ und umgekehrt}\\ p_{,,}=p_{,}.C^{\frac{\psi\omega^2(r_{,,}^2-r_{,}^2)}{2}}.\end{cases}$$

erhalten wird. Bleibt man aber, statt bis zur Grenze r'' hinaufzugehen, bei einer beliebigen obern Grenze r stehen, so hat man

$$(17)\quad\begin{cases}\log.nat\left(\frac{p}{p'}\right)=\psi\omega^2\left(\frac{r^2-r_{,}^2}{2}\right)\text{ und umgekehrt}\\ p=p'.C^{\frac{\psi\omega^2(r^2-r_{,}^2)}{2}}.\end{cases}$$

Welche Formeln nun das Gesetz der durch die Centrifugalkraft hervorgebrachten Luftverdichtung aussprechen. Es braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden, daß die im Mantel *abc* noch befindliche, aber vom Flügel nicht mehr erreichte Luftmenge die Spannung p'' annehmen muß.

7.

Man gab dem Ventilator bisher meist ebene Flügel, oder wenn auch diese gekrümmt waren, so wurde die Curve nicht durch den Calcul, sondern nach Willkühr und Gutdünken bestimmt. Suchen wir nun diejenigen Curven oder Curvengeschlechter zu ermitteln, nach welchen die Ventilatorschaufel zu formen ist, damit der Flügel das Maximum seines Effectes erreiche.

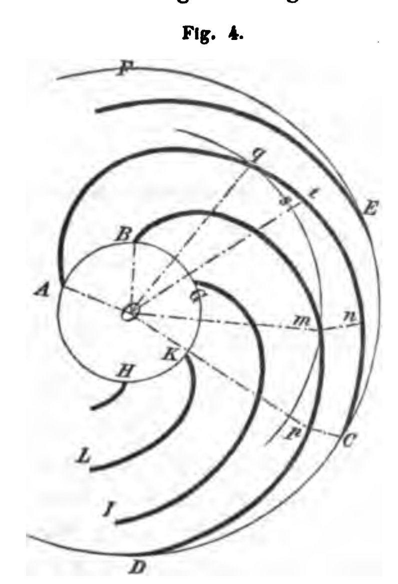
Bevor wir diese Aufgabe in Angriff nehmen, müssen wir uns noch einer Voruntersuchung unterziehen. Kurz vorhin lernten wir das Gesetz der durch die Centrifugalkraft bewirkten Luftverdichtung kennen. Bei dessen Ableitung wurde vorausgesetzt, daß die Luft im Ventilator zurückgehalten wird; öffnet man aber die in Fig. 1 verschlossen gedachte Öffnung *d*, so daß die Luft durch die mit *d* com-

municirende Windleitung entweichen kann, so frägt es sich, welche Änderung dieses Entweichen der Luft in jenem Verdichtungsgesetz hervorbringt.

Wenn die Innenluft in Folge ihres Überdruckes durch die Windleitung entweichen kann, so ist der entstehende Abgang von den zwischen den Schaufeln weilenden Luftschichten zu ersetzen; und zwar ist erforderlich, daß die äußerste eben aus den Canalmündungen hervordringende Luftschichte durch die auf ihr folgende nächste und so stufenweise jede andere durch die nächstfolgende, gegen die Achse näher gelegene ersetzt werde; was aber continuirlich nur so vor sich gehen kann, wenn die Luft zwischen den Flügeln anstandslos in eine continuirliche Strömung sich versetzt.

Das auf diese Art von den inneren Radmündungen gegen die äußeren vordringende Medium gelangt unterwegs unter immer größere und größere Drehungshalbmesser und wird in Folge dessen gezwungen, eine schrittweise sich beschleunigende Umdrehungsgeschwindigkeit anzunehmen, in Folge deren das vordringende Medium einer immer mehr zunehmenden Fliehkraft unterworfen wird. Das Gesetz, nach welchem diese Fliehkraft zunimmt, hängt nur von den Drehungshalbmessern ab, unter welche das Medium gerathet und bleibt von der Geschwindigkeit völlig unabhängig, mit welcher das Medium von Schichte zu Schichte vordringt. Aus dem sich sofort die Folgerung ziehen läßt, daß die Luftverdichtung, also auch das Gesetz dieser Verdichtung, mithin auch die Gleichungen (16) und (17) selbst dann noch unverändert giltig bleiben, wenn das Medium durch die Windleitung in's Freie abgeführt wird.

Fig. 4.



Es sei *FECD* (Fig. 4) das Flügelsystem, *O* die Drehachse und *AC*, *BD*, *GJ*, *KL*.... die Schaufeln desselben; der Flügel drehe sich mit der Winkelgeschwindigkeit ω. Wählen wir in dem von den Schaufeln *AtC*

und *BmD* gebildeten Canale die beliebigen Querschnitte *mn* und *pC*, bezeichnen wir deren Flächeninhalt mit f und f', die an diesen Stellen beobachteten Geschwindigkeiten der Luft mit c und c' und die dabei herrschenden Spannungen mit p und p', so wird, mit Rücksicht auf das Mariotte'sche Gesetz

$$(18) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad fcp = f'c'p'$$

sein müssen. Welche Gleichung von jener irrig angenommenen Gleichung (15) wesentlich abweicht.

In Betreff der Geschwindigkeiten c und c' kommt zu berücksichtigen, daß sie unter sich gleich sein müssen. Denn, wäre $c > c'$, so müßte das von *mn* nach *pC* eilende Medium seinen Lauf unterwegs verzögern, was nur bei einem Strömungswiderstande denkbar wäre, der aber hier, wo ein ungehinderter Durchgang gefordert wird, nicht zulässig ist. Wäre hingegen $c < c_1$, so müßte das Medium auf dem Wege von *mn* nach *pC* seinen Lauf beschleunigen. Eine solche Beschleunigung erfordert aber einen neuen Aufwand an freier Arbeitskraft und wäre nur in dem Falle gerechtfertigt, wenn es sich darum handelte, die gewünschte Luftmenge so schnell wie möglich in die Windleitung zu schaffen; wozu aber hier kein Grund vorliegt, da es genügt, diese in der gehörigen Zeit und unter erforderlicher Spannung dahin zu bringen. Da nun c vernunftgemäß weder $>$ noch $<$ als c' angenommen werden kann, so muß $c = c'$ gesetzt werden. Unter dieser Voraussetzung geht aber die letzte Gleichung in die einfachere über

$$fp = f'p'.$$

Substituirt man in diese für p den Werth aus (17), so gibt eine leichte Rechnung

$$f \cdot e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} = f_1 \cdot e^{\frac{\psi\omega^2 r_1^2}{2}}.$$

Bezeichnet man endlich Breite und gegenseitigen Abstand der Schaufeln wieder mit y und d, so daß $f = yd$ und dem analog $f_1 = y_1 d_1$ wird, so hat man

$$yde^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} = y_1 d_1 e^{\frac{\psi\omega^2 r_1^2}{2}}.$$

Die Curven *AC* und *BD* sind congruente Curven und kann die eine durch die andere erzeugt werden, indem man diese um den

Winkel AOB um O herum dreht. Beschreiben wir nun von O aus als Centrum mit dem Radius mo den Kreisbogen qm, zieht man noch die Radien qo, in nächster Nähe zu diesem to und mo, po; bezeichnet man das Maaß des Winkels qot und qom mit $\partial\varphi$ und φ, den Radius $qo = mo$ mit r und die Incremente qt und ts mit ∂s und ∂r, so folgt aus den ähnlichen $\Delta\Delta qst$ und qmn

$$mn : qm = ts : tq \text{ d. h. } d : r\varphi = \partial r : \partial s$$

so daß $d = r\varphi . \frac{\partial r}{\partial s}$, und dem analog $d' = r'\varphi . \frac{\partial r'}{\partial s'}$ enthält, welche Werthe in die letzte Gleichung eingeführt

$$ry\frac{\partial r}{\partial s} . e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} = r_1 y_1 \frac{\partial r_1}{\partial s_1} . e^{\frac{\psi\omega^2 r_1^2}{2}}$$

geben. Faßt man aber diese Gleichung schärfer in's Auge, so findet man, daß sie nur so realisirt werden kann, wenn

$$ry\frac{\partial r}{\partial s} . e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} = C^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (19)$$

ist; unter C eine lineäre Constante verstanden. Ein flüchtiger Vergleich dieser Gleichung mit jener (4) macht die Ähnlichkeit beider sogleich in die Augen fallen, wie denn auch in der That die (4) als specieller Fall in der (19) enthalten ist. Es genügt nämlich in (19) die constante $\psi = o$ zu setzen, was jederzeit zu geschehen hat, wenn das Medium keiner Expansion fähig ist, um aus ihr die Gleichung (4) zu erhalten.

Die Schaufelbreite y wird im allgemeinen genommen, variable sein, und mit dem ebenfalls variablen Radius r in Verbindung gebracht, durch eine Gleichung von der Form $y = f(r)$ dargestellt werden können. Setzt man daher in 19 statt $y : f(r)$ so folgt aus ihr

$$C^2 \partial s = rf(r) . e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} . \partial r.$$

Diese Gleichung kann zur Bestimmung der Gleichung der Curve AC auf zweifache Weise benützt werden. Der erste Weg besteht darin, daß man sie geradezu integrirt, wodurch

$$C^2 s = \int r\partial r f(r) . e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (20)$$

erhalten wird, wobei die geometrische Gestalt und Natur der Curve durch den Radius r und die Länge des Curvenbogens s bestimmt wird.

Der zweite Weg hingegen besteht in Folgendem:

Da $\partial s = \sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial \varphi^2}$ ist, so folgt nach leichter Rechnung

$$C^2 . r \partial \varphi = \partial r \sqrt{r^2 [f(r)]^2 e^{\psi \omega^2 r^2} - C^4},$$

und wenn man integrirt

$$(21) \quad . \; . \; . \quad C^2 \varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 [f(r)]^2 . e^{\psi \omega^2 r^2} - C^4},$$

wobei die Gestalt der Curve sich durch eine zwischen dem Radius r und der Winkelordinate φ bestehende Relation bestimmt. Die Ähnlichkeit dieser Gleichung mit jener (5) fällt wohl von selbst in die Augen; und ist auch die (5) als specieller Fall in der (21) enthalten, in welcher es genügt $\psi = o$ zu setzen, was jederzeit zu geschehen hat, wenn dem Medium keine Espansibilität zukommt, um aus ihr die Gleichung (5) zu erhalten. Aus der Verschiedenheit dieser beiden Gleichungen erkennt man aber, daß die Schaufel eines für Wasser bestimmten Flügels der Form nach ganz verschieden entfällt von der Schaufel eines für Luft bestimmten Flügels. Man ahnt daher schon den groben Irrthum, den man begeht, wenn man beide Flügel nach gleichem Princip und gleichem Schnitt behandeln wollte.

Wir wollen nun die letzten zwei Gleichungen auf einige Fälle anwenden.

Als erstes Beispiel suche man die Curve AC für denn Fall, wenn der Schaufel eine an allen Orten sich gleichbleibende Breite zukommt. In diesem ist y constant, man setze daher $f(r) = a$, so gibt Gleichung (21)

$$(22) \quad . \; . \; . \; . \quad C^2 \varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{a^2 r^2 e^{\psi \omega^2 r^2} - C^4};$$

geht man hingegen, ohne sich bei der mühsamen Auflösung dieses Integrales länger aufzuhalten, auf Gleichung (20) über, so folgt aus ihr

$$C^2 s = a \int r \partial r e^{\frac{\psi \omega^2 r^2}{2}};$$

und wenn man integrirt, und die Bogenlänge s vom Radius r_0 an zählt, der unter allen zur Curve AC gezogenen Radien der kleinste sein soll, so hat man als Gleichung der Curve AC

$$C^2 s = \frac{2a}{\psi\omega^2}\left[e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}} - e^{\frac{\psi\omega^2 r_1^2}{2}}\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (23)$$

also eine transcendente Spirale. Wir hatten gleich Eingangs unserer Abhandlung denselben Fall für den Wasserflügel behandelt und sind dabei schließlich auf die Kreisevolvente geführt worden. Hier ergab sich an deren Stelle eine davon ganz abweichende Curve, was als neuer Beleg dazu dient, daß die Schaufelform des Wasserflügels von der des Luftflügels ganz abweicht.

Wir geben die übrigens leicht gefundenen geometrischen Eigenschaften dieser Curve nur summarisch an. Die Curve beginnt ihren stetigen Zug bei einem Radius r_0, der unter allen der kleinste ist, und geht von da an in unendlich vielen, sich immer enger zusammendrängenden Windungen um das Centrum 0 herum. Die Curve verläßt den Radius r_0 in tangentieller Richtung und schneidet die folgenden Radien unter einem dem rechten Winkel sich desto mehr nähernden Winkel, je größer der zugehörige Radius selbst ist. Die Curve geht bis in's Unendliche. (Man sehe denselben Gegenstand in der im értesítő der ungarischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1863 erschienenen Abhandlung. Band III, Seite 266 u. f.).

Als zweites Beispiel wollen wir den Fall behandeln, wenn $f(r)$ so bestimmt wird, daß der ganze Wurzelausdruck in (21) constant entfällt. Unter dieser Voraussetzung läßt sich

$$r^2[f(r)]^2 e^{\psi\omega^2 r^2} = B^2$$

setzen, wodurch

$$[f(r)]^2 = y^2 = \frac{B^4}{r^2 e^{\psi\omega^2 r^2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (25)$$

gegeben ist, so daß die Schaufelbreite dadurch bestimmt wird. Andererseits geht Gleichung (21) unter dieser Voraussetzung über in

$$C^2\varphi = \sqrt{B^4 - C^4}\int\frac{\partial r}{r} = \sqrt{B^4 - C^4}\,\log.nat\left(\frac{r}{r_1}\right). \qquad (26)$$

Wir sind sonach durch die gemachte Voraussetzung auf eine logarithmische Spirale geführt worden.

Auch dieser Fall wurde im Vorhergehenden für den Wasserflügel durchgeführt. Vergleicht man beide, so stellt sich auch in diesem Falle ein bedeutender Unterschied für beide Flügel heraus;

denn während die Contourlinie der Schaufel beim Wasserflügel durch die Assymptotengleichung einer gleichschenkligen Hyperbel bestimmt wurde, geschieht dieses beim Luftflügel durch eine transcendente Curve, an der man kaum noch eine hyperbolische Eigenschaft wieder erkennt.

In Bezug dieses letzt behandelten Falles müssen wir noch einer Specialität erwähnen, die zutrifft, wenn die Constante $B = C$ entfällt. In diesem Falle wird $\sqrt{B^4 - C^4} = 0$; aber man überzeugt sich leicht davon, daß die durch Gleichung (26) ausgedrückte logarithmische Spirale für den Fall in eine gerade Linie übergeht, die Schaufel wird solcher Art eine ebene Schaufel. Aber unter der Voraussetzung drückt: $y^2 = \frac{C^2}{r^2 e^{\psi \omega^2 r^2}}$ die Gleichung der Contourlinie der Schaufel aus, so daß auch diese bestimmt ist. Man wendet, mit Ausnahme des Lloyd'schen Flügels, der nach logarithmischen Spiralen gekrümmte Schaufeln erhalten soll, gewöhnlich ebene Schaufeln an, und zwar bildet die Schaufel, mit Ausnahme des Schwarzkopf'schen Flügels, meist die Form eines Rechteckes; Gleichung (25) überzeugt uns von der Unstatthaftigkeit dieser Annahme.

Als drittes Beispiel wählen wir ferner den Fall, der eintritt, wenn $f(r)$ der Art bestimmt wird, daß die unter dem Wurzelzeichen in (21) stehende Exponentialgröße verschwinde. Dies geschieht, wenn

$$(27) \quad \ldots\ldots\ldots \quad f(r) = y = \frac{a}{e^{\frac{\psi^2 \omega^2 r^2}{2}}};$$

wodurch sich die Contourlinie der Schaufel bestimmt. Unter dieser Annahme geht aber Gleichung (21) über in

$$C^2 \varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{a^2 r^2 - C^2} \text{ oder } C^2 \varphi = a \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 - \frac{C^4}{a^2}};$$

oder wenn man statt $\frac{C^2}{a}$ kurzweg C schreibt

$$(28) \quad \ldots\ldots \quad C\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2 - C^2},$$

welche Gleichung mit der bereits Eingangs behandelten Gleichung (3) zusammenfällt, somit, wie diese, auf die Evolvente des Kreises führen muß. Für den Wasserflügel wurde dieses Resultat erhalten, für den Fall, wenn die Schaufelbreite constant ist; hier wird letztere

durch die Gleichung einer transcendenten Curve bestimmt. Man sieht also auch hier zwischen beiden Flügeln einen wesentlichen Unterschied eintreten.

Als letztes Beispiel wollen wir endlich jenen Fall erörtern, wenn Contourlinie und Schaufelkrümmung der Art bestimmt werden, daß sämmtliche Querschnitte der von den Flügeln gebildeten Canäle unter sich ähnliche Rechtecke bilden. Bezeichnet man mit y und d Breite und Länge des einen, mit y' und d' Breite und Länge eines zweiten Querschnittes, so muß der Ähnlichkeit beider zufolge $y:d = y':d'$ sein, so daß: $\frac{d}{y} = \frac{d'}{y'} = k =$ constant entfällt.

Nun muß aber dem Vorhergehenden zufolge

$$yde^{\frac{\psi\omega^2r^2}{2}} = C^2,$$

also da hier $d = ky$ ist

$$ky^2e^{\frac{\psi\omega^2r^2}{2}} = C^2.$$

Aus welcher Gleichung für die gesuchte Contourlinie sich

$$y^4 = \frac{C^4}{k^2e^{\psi\omega^2r^2}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (29)$$

ergibt. Führt man den hieraus sich ergebenden Werth des $y = f(r)$ in (21) ein, so hat man nach gehöriger Reduction

$$\frac{\varphi}{C} = \int \frac{dr}{r} \sqrt{\frac{r^2e^{\frac{\psi\omega^2r^2}{2}}}{k} - C^2},$$

welche Gleichung mit der Gleichung (22), von welcher sie sich nur im Exponenten von C unterscheidet, eine gewisse Ähnlichkeit besitzt. Beide Gleichungen werden Curven bezeichnen, die zu einem und demselben Curvengeschlechte gehören. Wovon man sich auch, ohne lange an der mühsamen Auflösung dieses Integrales zu verweilen, sogleich überzeugt, wenn man zur Erlangung der gewünschten Gleichung die Gleichung (20) benützt. Führt man nämlich in diese an die Stelle des $f(r)$ den Werth von y aus (29) ein, so erhält man nach Verrichtung einer einfachen Integration, indem man die Bogenlänge s vom Radius r_0 an, der unter allen Radien der kleinste sein soll, so hat man

$$(30) \quad \ldots\ldots \quad \frac{\psi\omega^2\sqrt{k}C}{2} \cdot s = e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{4}} - e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{4}}$$

als Gleichung der gesuchten Curve, die nun mit der durch Gleichung (23) ausgedrückten, in der That zu ein und demselben Curvengeschlechte gehört.

8.

Bei den vorhin behandelten Fällen war die Contourlinie gegeben und wurde die Curve gesucht, nach welcher die Schaufel zu krümmen war. Man kann aber auch, so wie wir es beim Wasserflügel gesehen haben, die Curve, nach welcher die Schaufel zu krümmen ist, als gegeben betrachten und dann die dazu erforderliche Contourlinie suchen.

In diesem Falle muß also

$$C^2\varphi = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2[f(r)]^2 e^{\psi\omega^2 r^2} - C^4}$$

gegeben sein. Man setze kurzweg

$$(31) \quad \ldots\ldots\ldots \quad C^2\varphi = U,$$

so daß also

$$U = \int \frac{\partial r}{r} \sqrt{r^2[f(r)]^2 \cdot e^{\psi\omega^2 r^2} - C^4}$$

enthält. Differencirt man hier nach r, so hat man

$$r \cdot \frac{\partial U}{\partial r} = \sqrt{r^2[f(r)]^2 e^{\psi\omega^2 r^2} - C^4},$$

woraus endlich

$$(32) \quad \ldots\ldots \quad f(r) = y = \frac{\sqrt{C^4 + r^2\left(\frac{\partial U}{\partial r}\right)^2}}{r \cdot e^{\frac{\psi\omega^2 r^2}{2}}}.$$

Ein Beispiel genüge zur Erläuterung. Man wünscht die Form der Contourlinie zu kennen für eine nach der logarithmischen Spirale gekrümmte Schaufel. In diesem Falle wird die Curve für die Krümmung der Schaufel $C^2\varphi = A^2 \log nat \left(\frac{}{r_1}\right)$ sein müssen. Es ist also hier

$$U = A^2 \log nat \left(\frac{r}{r_1}\right)$$

daher

$$\frac{\partial U}{\partial r} = \cdot \frac{A^2}{r};$$

führt man in (32) diesen Werth ein, so erhält man

$$y = \frac{\sqrt{C^4 + A^2}}{r e^{\frac{\psi \omega^2 r^2}{2}}},$$

welche Gleichung mit der sub (25) gefundenen bis auf die Constanten übereinstimmt.

Man ersieht aber schon aus diesem Beispiele, daß die hieher einschlägigen Aufgaben bei weitem leichter sich auflösen lassen, als die im vorigen Abschnitte behandelten.

9.

Nachdem wir im Vorausgehenden die Art und Weise, die geometrische Form des Flügels den Forderungen der Mechanik gemäß a priori zu bestimmen erörtert haben, bleibt uns jetzt noch die Entwickelung jener Formeln übrig, die zur Bestimmung der Hauptdimensionen eines Flügels erforderlich sind.

Zu dem Zwecke wollen wir Fig. 1 als den Durchschnitt eines pneumatischen Centrifugalflügels betrachten, dessen äußerer und innerer Radhalbmesser wir wieder mit a und b bezeichnen wollen, während ω wiederum seine Winkelgeschwindigkeit bezeichnet. Unterziehen wir den von den Schaufeln ab und cd gebildeten Canal unserer Aufmerksamkeit. Das in diesem sich bewegende Medium gelangt schließlich mit der Geschwindigkeit $\alpha\gamma = c$ an die Mündung bd, besitzt aber, da es gleichzeitig an der Rotation des Rades theilgenommen, außerdem noch die Rotationsgeschwindigkeit $\alpha\gamma_1 = a\omega$. Beide Geschwindigkeiten erzeugen dem Parallelogramme $\alpha\gamma\beta\gamma_1$ zufolge die Resultirende $\alpha\beta$, mit welcher das Medium nach erfolgtem Austritt aus dem Rade sich bewegt. Benennt man den Winkel $\alpha\gamma\beta$ wieder mit α, so wie wir es beim Wasserflügel schon gethan, so folgt aus denselben Gründen wie dort

$$\alpha\beta^2 = c^2 + (a\omega)^2 - 2ca\omega \cos\alpha;$$

aus welcher Gleichung auf dieselbe Weise, wie wir dies beim Wasserflügel schon gesehen haben, der Schluß gefolgert werden kann, daß

der Flügel sein Minimum an Arbeitskraft verliert, wenn $c = a\omega$, d. h. die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums der äußern Umlaufsgeschwindigkeit des Rades gleich entfällt.

Geht man hierauf an die innere Mündung des Canals zurück, so ist gewiß, daß das Medium mit einer gewissen Geschwindigkeit $\xi\delta$ in der Richtung des Radius $o\delta$ in die Mündung eintritt, welche Geschwindigkeit, da die Richtung des Canals von der des Radius um den Winkel $\xi\delta\eta = \delta$ abweicht, dem Parallelogramme $\xi\eta\delta\eta'$ zufolge in die beiden Componenten $\delta\eta$ und $\delta\eta'$ zerfällt. Da nun das Medium im Canal einerseits sich gleichförmig fortbewegen, andererseits aber auch an der Rotation des Rades gleichförmig Antheil nehmen soll, so ist wohl einzusehen, daß die Eintrittsgeschwindigkeit $\delta\eta$ nur mit der Austrittsgeschwindigkeit, die Componente $\delta\eta'$ hingegen nur mit der innern Umlaufsgeschwindigkeit des Rades gleich sein kann. Man hat also mit Rücksicht auf das $\Delta\,\delta\xi\eta$

$$(\varkappa)\quad \ldots \quad \begin{cases} \delta\xi^2 = (a\omega)^2 - (b\omega)^2 = \omega^2(a^2 - b^2) \text{ und} \\ \sin\delta = \dfrac{\xi\eta}{\delta\eta} = \dfrac{b}{a}. \end{cases}$$

Genau dieselben Formeln fanden wir aber schon seiner Zeit beim hydraulischen Centrifugalflügel, daher auch aus diesen genau dieselben Schlüsse und Formeln gefolgert werden können, die für den hydraulischen Flügel gemacht wurden.

Nur in Betreff der Drucksäulen müssen wir uns noch in eine eigene Untersuchung einlassen.

Den Geschwindigkeiten $\delta\xi = v$, $\delta\eta = a\omega$ und $\delta\eta' = b\omega$ entsprechen die Geschwindigkeitshöhen $\frac{v^2}{2g}$, $\frac{(a\omega)^2}{2g}$ und $\frac{(b\omega)^2}{2g}$. In Betreff dieser kommt nun zu bemerken, daß sie auf zweifache Weise gemessen werden können, und zwar entweder durch hydraulische oder durch pneumatische Drucksäulen. Bezeichnet man hier erstere der Reihe nach mit h_n, h_a und h_b, so hat man ganz einfach

$$\frac{v^2}{2g} = h_n;\quad \frac{(a\omega)^2}{2g} = h_a \text{ und } \frac{(b\omega)^2}{2g} = h_b,$$

und es erfolgt dann aus der ersten der beiden Gleichungen ($\varkappa$) die bereits unter (ε) gefundene $h_n = h_a - h_b$.

Sollen hingegen jene Drucksäulen im pneumatischen Maaße gemessen werden, dann müssen wir in unseren bisher abgeleiteten pneumatischen Formeln noch eine Änderung durchführen. Es wurde nämlich bei der Ableitung der Formel (16) eine Größe ψ eingeführt und in allen folgenden Formeln beibehalten, die durch die Gleichung $\gamma = \psi p$ oder $\psi = \frac{\gamma}{p}$ bestimmt wurde. In dieser bezeichnet aber γ das specifische Gewicht des Mediums; sollen nun unsere bisherigen pneumatischen Formeln in Formeln für Arbeitskräfte eingeführt werden, so ist vor Allem erforderlich, das an der Größe ψ noch haftende Gewicht durch die Masse des Mediums zu ersetzen; welches geschieht, wenn γ oder, was hier dasselbe leistet, wenn ψ durch die terrestrische Acceleration g dividirt wird. Man wird den gewünschten Zweck erreichen, wenn man statt ψ überall $\frac{\psi}{g}$ schreibt. Wendet man dieses Vorgehen auf Formel (16) an, so repräsentirt der Ausdruck

$$\frac{\psi\omega^2}{2g}(r_{,,}^2 - r_{,}^2) = \log nat\left(\frac{p_{,,}}{p_{,}}\right)$$

jene Arbeitsgröße, die das expansible Medium verrichtet, während seine Spannung $p_{,,}$ auf jene $p_{,}$ herabsinkt. Schreibt man nun statt $r_{,}$ und r' a und b und statt $p_{,,}$ und $p_{,}$ analogerweise p_a und p_b, so hat man

$$\frac{\psi\omega^2}{2g}(a^2 - b^2) = \log . nat\left(\frac{p_a}{p_b}\right)$$

woraus

$$\frac{\omega^2}{2g}(a^2 - b^2) = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{\psi}\log nat\left(\frac{p_a}{p_b}\right);$$

so daß, mit Rücksicht des vorhin entwickelten

$$h_a - h_b = \frac{1}{\psi}\log nat\left(\frac{p_a}{p_b}\right) = \frac{v^2}{2g}. \quad \ldots\ldots \quad (\lambda)$$

Es sei nun p_o die Spannung des Mediums vor seinem Eintritt in das Rad, und p_b die Spannung im Moment des Eintrittes, dann wird $p_o - p_b$ der Spannungsverlust sein, den das Medium beim Eintritt erleidet. Die Geschwindigkeit $\xi\hat{o}$ kommt aber eben zu Stande, indem

das Medium jenen Verlust an Spannung erleidet; benennt man diesen kurzweg mit p_n so folgt

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{1}{\psi} \log nat \left(\frac{p_o}{p_n}\right),$$

welches mit (A) verglichen auf die Gleichung führt

$$\log nat \left(\frac{p_o}{p_n}\right) = \log nat \left(\frac{p_a}{p_b}\right);$$

die aber nur so bestehen kann, wenn

$$p_o : p_n = p_a : p_b \text{ d. h., wenn } p_o : (p_o - p_b) = p_a : p_b;$$

woraus nach leichter Rechnung

$$(33) \quad \ldots\ldots\ldots \quad p_b = \frac{p_a \cdot p_o}{p_a + p_o}$$

gefunden wird. Aus welcher Formel sofort die Spannung p_b beim Eintritt berechnet werden kann, sobald die Spannungen p_a und p_o gegeben sind.

Die letztgefundene Formel spricht aber noch in Bezug auf die Spannungen p_a p_b und p_o ein merkwürdiges Gesetz aus. Schreibt man nämlich statt ihr, was erlaubt ist

$$p_b = \frac{1}{2}\left(\frac{p_a \cdot p_o}{\frac{1}{2}(p_a + p_o)}\right);$$

so stellt der in der Klammer befindliche Bruch das harmonische Mittel der beiden Spannungen p_a und p_o vor; und man sieht also, daß die Spannung p_b, die das Medium beim Eintritt annimmt, in dem Falle, wenn dieser Eintritt in das Rad ohne Stoß erfolgen soll, dem halben harmonischen Mittel der Spannung p_o des freien Mediums und der Spannung p_a, den es beim Austritt aus dem Rade annimmt, gleich sein muß.

Noch haben wir die Geschwindigkeiten h_a und h_b pneumatisch darzustellen. Wir hatten vorhin

$$\frac{(a\omega)^2 - (b\omega)^2}{2g} = \frac{1}{\psi} \log nat \left(\frac{p_a}{p_b}\right)$$

statt dem wir aber schreiben können

$$\frac{(a\omega)^2-(b\omega)^2}{2g}=\frac{1}{\psi}\log nat\left(\frac{p_a}{p_b}\cdot\frac{p_o}{p_b}\right)=\frac{1}{\psi}\log nat\left[\left(\frac{p_a}{p_o}:\left(\frac{p_b}{p_o}\right)\right]\right]$$

$$=\frac{1}{\psi}\left[\log nat\left(\frac{p_a}{p_o}\right)-\log nat\left(\frac{p_b}{p_o}\right)\right].$$

Nun stellt $\frac{(a\omega)^2}{2g}$ die Geschwindigkeitshöhe dar, welche erfordert wird, um das Medium von der Ruhe aus zur Annahme der Geschwindigkeit $a\omega$ zu bewegen, die es beim Austritt auch besitzt, während $\frac{1}{\psi}\log nat\left(\frac{p_a}{p_o}\right)$ die im pneumatischen Maaße gemessene Drucksäule vorstellt, die die lebendige Kraft des Mediums erlangt, wenn seine normale Spannung p_o auf die Spannung p_a, die es beim Austritt erlangt, erhoben wird. Nach kurzem Nachdenken überzeugt man sich, daß

$$\frac{(a\omega)^2}{2g}=\frac{1}{\psi}\log.nat\left(\frac{p_a}{p_b}\right)$$

und dem analog

$$\frac{(b\omega)^2}{2g}=\frac{1}{\psi}\log.nat\left(\frac{p_b}{p_o}\right)$$

sein müsse. Aus welchen Gleichungen nunmehr

$$a=\sqrt{\frac{2g}{\psi\omega^2}.\log.nat\left(\frac{p_a}{p_o}\right)} \quad \ldots\ldots \quad (34)$$

und

$$b=\sqrt{\frac{2g}{\psi\omega^2}.\log.nat\left(\frac{p_b}{p_o}\right)} \quad \ldots\ldots \quad (35)$$

sich ergibt. Woraus, mit Rücksicht auf ($\varkappa$)

$$\sin\delta=\sqrt{\frac{\log.nat\left(\frac{p_b}{p_a}\right)}{\log.nat\left(\frac{p_a}{p_o}\right)}} \quad \ldots\ldots \quad (36)$$

erfolgt.

Um nun noch Formeln für die Dimensionen des Canalquerschnittes zu erhalten, wollen wir das auf die Zeiteinheit bezogene Luftvolumen für die Eintrittsstelle mit Q_b, für die Austrittsstelle aus dem Rade mit Q_a, für die freie Luft endlich mit Q_o bezeichnen, so muß aus bekannten Gründen

$$Q_o p_o = Q_b p_b = Q_a p_a$$

sein. Es tritt demnach das Luftvolumen Q_b an den inneren Canalmündungen ein. Ist x die Anzahl der letzteren, so entfällt auf eine derselben das Volumen $\frac{Q_b}{x}$, und da der Eintritt mit der Geschwindigkeit $\xi\delta$ erfolgen soll und dieser Geschwindigkeit die Drucksäule $h_n = \frac{1}{\psi} \log nat \left(\frac{p_o}{p_n}\right)$ zukommt, so folgt für die Fläche des nach dem Kreisbogen ac gekrümmten Querschnittes

$$f = \frac{Q_b}{x\sqrt{2gh_n}}.$$

Die Rechnung bei der weiteren Behandlung dieser Formel fällt nun mit jener zusammen, die wir bei Behandlung derselben Formel am betreffenden Orte für den Wasserflügel geführt haben; daher wir, um Wiederholungen zu vermeiden, hier nur das Resultat herzusetzen brauchen. Es folgt für den senkrechten Querschnitt

$$f' = \frac{Q_b}{x\sqrt{2gh_n}}$$

oder wenn man die hydraulische Drucksäule h_a durch die correspondirende pneumatische ersetzt

$$f_1 = \frac{Q_b}{x\sqrt{\frac{2g}{\psi}\log . nat\left(\frac{p_a}{p_o}\right)}}.$$

Andererseits gilt für den Querschnitt

$$f_1 = \varphi b y_b \frac{\partial r_b}{\partial s_b};$$

oder wenn man für b und $\frac{\partial r_b}{\partial s_b}$ aus (35) und (36) die entsprechenden Werthe einsetzt

$$f_1 = \varphi y_b \cdot \frac{\sqrt{2g}}{\omega} \cdot \sqrt{\frac{h_n(h_a - h_n}{h_a}},$$

so daß durch Gleichsetzung der beiden Ausdrücke für f_1 schließlich

$$y_b = \frac{Q_b \omega}{4\pi g\sqrt{h_n(h_a - h_n)}},$$

oder wenn statt der hydraulischen die pneumatischen Drucksäulen eingeführt werden

$$y_b = \frac{\psi\omega \, . \, Q_b}{4\pi g \sqrt{\log . nat\left(\frac{p_o}{p_n}\right) . \log nat\left(\frac{p_o}{p_b}\right)}} \quad . \; . \; . \quad (37)$$

sich ergibt.

10.

Zum Schlusse bleibt uns nur noch mehr die Entscheidung der Frage offen, welche der durch die Gleichungen (31) und (32) umfaßten Curven vor den übrigen den Vorzug verdient. Es ist dies eine Frage, deren Behandlungsweise wir bereits aus der beim hydraulischen Flügel geführten Untersuchung kennen. Auch hier kann die Lösung wie dort nur so gefunden werden, indem man einerseits die im Canale sich entwickelnde Reibung des Mediums und andererseits die beim Ein- und Austritt auftretenden Contractionserscheinungen in den Bereich der Untersuchung hereinzuziehen trachtet; und es wird, so wie wir dies beim Wasserflügel schon in Erfahrung gebracht haben, die Contraction nur für die beiden Radmündungen, die Reibung hingegen für die Form der ganzen Canallänge maßgebend sein. Da uns aber der Gang der Rechnung, die dabei einzuschlagenden Wendungen und Kunstgriffe bereits bekannt sind, wollen wir zur Vermeidung von Wiederholungen uns begnügen, hier nur noch das Resultat der Untersuchung selbst anzuführen.

Es stellt sich nämlich heraus, daß die Reibung des Mediums in den Canälen des Rades dann am kleinsten entfällt, wenn $y = f(r)$ und $C^2\varphi = U$ so gewählt werden, daß dem Canale lauter unter sich ähnliche Querschnitte zukommen; diesem Falle entsprechen aber die Gleichungen (29) und (30) und zwar wird die Reibung in dem Falle, wenn sämmtliche Querschnitte des Canals die Quadratform annehmen, ein absolutes, ansonsten nur ein relatives Minimum sein. Dieser Fall tritt aber für die Gleichungen (29) und (30) erst dann ein, wenn die Verhältnißzahl $k = 1$ entfällt. Jede andere, wie immer geartete Schaufelform aber gibt eine größere Reibung.

Zieht man endlich auch noch die durch die Contraction bedingten Anforderungen zu Rathe, so entscheidet sich die Frage in Betreff

der inneren und äußeren Radmündungen sehr rasch. Da nämlich die Contraction für gleichartige Polygone beim regelmäßigen am kleinsten entfällt, so wird man in den für die Schaufelform zu wählenden Gleichungen (29) und (30) die Verhältnißzahl $k = 1$ zu nehmen haben.

Unter dieser Annahme ergibt sich aber für die Anzahl aller Schaufeln des Rades mit einem Schlage die Formel

$$(38) \quad . \quad . \quad x = \frac{3\pi^2 \sqrt{2g^3 \log nat \left(\frac{p_o}{p_n}\right)}}{Q_b \omega^2 \sqrt{\psi^3}} \left[\log nat \left(\frac{p_o}{p_b}\right)\right],$$

mit welcher der zweite Theil unserer Abhandlung seinen Abschluß findet.

Guaraná oder Uaraná.

Von Dr. Th. Peckolt.

Eigenthümlich ist es, daß die, je nach der geographischen Lage der Länder ganz verschiedenen Pflanzenfamilien entnommenen Genußmittel, deren sich die verschiedensten Völker bedienen, ohne sich dessen bewußt zu sein, ein und dieselbe Substanz, das Caffein enthalten, welches füglich Genußkleber genannt werden könnte.

Dieser bei den Urmenschen schon entwickelte Caffeininstinct dürfte sicher schwer zu erklären sein. So hat Asien den Thee als einzigen, Afrika und Amerika jedes zwei Repräsentanten aufzuweisen; ersteres den Universaltrank Kaffee und die so wichtige Colanuß, letzteres, in der Äquatorialgegend, wo die feige Idee des Pfeilgiftes ausgebreitet ist, die an Caffein reichste, aber auch gefährlichste Guaranápflanze und im südlichen Theile den Maté, welcher zwar als der am wenigsten hervorragende Caffeinlieferant dasteht, aber in späteren Zeiten ein starker Rival des chinesischen Thees werden könnte. Der Ursprung der Guaranábereitung ist schwer zu ermitteln, da schon die Europäer dieses Präparat vorfanden. Als Entdecker der Guaraná wird der Indianerstamm Magné bezeichnet, welcher im Norden der Provinz Matto Großo an den Ufern des Flusses Magné (Nebenfluß des Madeira) haust. Später sollen die Mauhè-Indianer die Bereitung verbessert haben und wird die von ihnen bereitete und nach ihnen benannte Guaranápaste als die beste Sorte erklärt. Doch wird sie jetzt auch von Ansiedlern in der Gegend der Villa de Maués und andern Zuflüssen des Amazonenstromes und nach Dr. v. Martius auch in Villa Boim am Papajoz bereitet.

Die Stammpflanze der Guaraná (was in der Tupisprache Schlingpflanze, *cipó*, bedeutet) ist *Paullinia sorbilis* Mart. Die Arten der Gattung *Paullinia* [1]), welche zur Familie der *Sapindaceen* gehört,

---

[1]) Zu Ehren des Arztes Simon Paulli, geb. 1693 zu Rostok, gest. 1780 zu Kopenhagen benannt.

sind nur in den Tropen einheimisch und hier in Brasilien vielfach vertreten. Sie sind sämmtlich kletternde, strauchartige Gewächse und im Rufe narcotischer Eigenschaften.

Die *Paullina sorbilis* M. hat ihren Standort besonders in den Provinzen Pará und Amazonas und wird in großer Menge an den Flüssen Magné, Mauhé guaçu und Mauhé mirim, sowie am Papajoz und Madeira angetroffen, außer der Äquatorialzone aber wohl nicht im wild wachsenden Zustande. Sie ist ein großer kletternder Strauch mit paarig gefiederten Blättern, ungeflügeltem Stiel, länglichen, buchtig-gezähnten Blättchen und zottigen Capseln. Die Samen reifen im October und November.

Der wissenschaftliche Character derselben lautet nach Dr. v. Martius wie folgt: *P. glabra; caule erecto angulato; foliis pinnatis, bijugis, foliolis oblongis remote sinuato obtuse dentatis, lateralibus basi rotundatis, extimo basi cuneato, petiolo nudo angulato; racemis pubentibus, erectis; capsulis pyriformibus apteris rostratis, valvulis intus villosis.*

Sowohl in Pará als auch in Rio werden jetzt Culturversuche mit dieser Pflanze vorgenommen. Humusreicher, sandiger Boden wird zum Gedeihen derselben empfohlen; in Zwischenräumen von 4 Meter gepflanzt, müssen sie anfänglich vor dem Einfluß der Sonnenstrahlen geschützt werden. Die Bereitung der Guaranápaste wird verschieden angegeben. Nach Dr. v. Martius werden die reifen Samen aus der Capsel gelöst und an die Sonne gelegt; sind sie so ausgetrocknet, daß der weiße, sie zur Hälfte schüsselförmig einschließende Samenhalter mit den Fingern abgerieben werden kann, so schüttet man sie in einen steinernen Mörser oder auf eine vertiefte Platte von hartem Sandstein, welche von unten mit Kohlen erwärmt werden. Hier werden sie zu einem feinen Pulver zerrieben, welches, mit wenigem Wasser angerührt, oder über Nacht dem Thaue ausgesetzt, sich zu einem Teige kneten läßt. Darunter mengt man noch einzelne ganze, oder in wenige Stücke zertheilte Samen und ballt nun das Ganze in beliebige Formen, gewöhnlich in cylindrische oder spitze 12—16 Unzen schwere Pasten, von 5 — 8 Zoll Länge, bei verhältnißmäßiger Dicke; seltener formt man Kugeln. An der Sonne oder im Rauch der Hütte in der Nähe des Feuers trocknet die Masse zu einer bedeutenden Härte und wird so schwer zerbrechbar, daß man einen Hammer zur Zertheilung nöthig hat. Sie wird nun zwischen breiten Blättern

von Würzschilfen (*Scitamineae*) in Körbe oder Säcke verpackt und kann sich, wenn sie nicht großer Feuchtigkeit ausgesetzt wird, viele Jahre lang unversehrt erhalten. In Pará pflegt man die Guaranápaste in von Uaramastengeln (*Maranta Tonkat* Aubl.) geflochtenen Körbchen aufzubewahren und auf dem mit zahlreichen Knochenfortsätzen versehenen Zungenbein des Piracúcúfisches zu reiben, welches ein gewöhnliches Stück des Hausraths ausmacht.

Eine minder gute Bereitungsweise besteht in der Beimengung von etwas Cacaopulver oder Mandiocamehl zum Guaranámehl. Die Paste erhält dadurch eine weißliche Farbe im Bruche und geringere Festig- und Haltbarkeit. Die echte soll sich von der unechten durch größeres Gewicht, größere Härte und Dichtigkeit unterscheiden und ihr Pulver keine weiße, sondern eine grünlich rothe Farbe annehmen.

Nach Dr. Moreira werden die Samen aus den rothen Capseln (welche zugleich als rothe Farbe zur Färbung der Zähne benützt werden) genommen, schwach geröstet, fein gestossen und mit Cacaopulver und Mandiocamehl vermischt, alsdann mit wenig Wasser zu einer Masse geformt und in der Nähe des Feuers oder an der Sonne getrocknet.

Nach Dr. Matheus da Cunha werden die nicht ganz reifen Früchte gesammelt, die Samen mittelst Wasser ausgelöst, an schwachem Feuer geröstet, in einem ausgehöhlten Baumstamm — sogenannten Pilaõ (Holzmörser) — zu feinem Pulver gestossen und mit Wasser zu einem Teig geknettet, woraus je nach dem Geschmack der Fabrikanten die verschiedensten Figuren, im Allgemeinen jedoch 1—2 Zoll dicke cylindrische Rollen geformt werden.

Guaranápaste kömmt hier im Handel gewöhnlich in circa 8 bis 10 Zoll langen, nur 1¼ Zoll dicken, unregelmäßig runden Stangen vor, welche sich sehr oft nach beiden Enden verdünnen, circa 8 bis 10 Unzen wiegen, von unebener rauher dunkelroth brauner Oberfläche, im Bruche stückig, körnig und etwas heller geröthet sind. Die Guaranápaste, welche ich mir direct von Pará verschaffte und deren Echtheit versichert wurde, bildete eine 190 Millim. lange, 40 Millim. dicke, oben und unten sich zu 25 — 30 Millim. verschmälernde mehr oder weniger runde Rolle mit stückiger, unebener, dunkelrothbrauner Oberfläche, hell und dunkelrothbraun mamorirtem, mit wenigen stückigen, grauen Flecken gemischten, schwach glänzenden

muscheligen Bruch. Das Pulver war röthlich-gelbbraun, nach saurem Brot riechend, der Geschmack fast chocoladeartig, schwach styptisch mit bitterm Nachgeschmack.

Der Gebrauch dieses Genuß- und Heilmittels ist nicht allein in Brasilien, sondern auch in den benachbarten nördlichen Republiken sehr allgemein, die Waare auch von den Kaufleuten Boliviens so gesucht, daß der größte Theil derselben sogleich weiter ins Innere und nur der geringere Theil nach den Seehäfen gelangt. In den nördlichen Provinzen, besonders in Bolivien und einem Theile Perú's ist dieselbe für das Volk, wie die Coca, ein auf Reisen unentbehrliches limonadeartiges Getränk; es gilt als stärkend, erfrischend und durstlöschend. Zu diesem Zwecke wird die feste Paste entweder gestossen, vom Volke aber stets gerieben oder geraspelt, wie schon erwähnt, gewöhnlich mit der Zunge des Pirarucúfisches, und mit Zucker und kaltem Wasser zu dem limonade- und chocoladeartigen, erfrischend schmeckenden Getränk angerührt.

Die arzneiliche Wirkung ist eine tonische adstringirende, mit nährenden Eigenschaften, doch bei größeren Dosen stark aufregend, selbst narcotisch wirkend. Die Guaraná wird von den Indianern öfters als Aprodosiacum angewandt, doch soll allgemeine Schwäche sich später einstellen. Auch benützt man sie gegen Fieber, Verdauungsschwäche, Chlorosis und Mutterblutflüssen; sie vermindert den Herzschlag und wirkt sehr schweißbefördernd. Ganz besonders wird sie gegen Diarrhoe und Dysenterie, sowohl Erwachsener, als Kinder benützt, doch habe ich nie einen guten Erfolg beobachten können. In Frankreich und Deutschland soll sie mit Erfolg gegen Migraene, in Paris auch gegen Neuralgie angewandt worden sein; besonders rühmt sie Trousseau und nach ihm auch Dr. v. Patruban, welcher sie in der Dosis von 10—16 Gran gab. Hier im Innern der Provinz Rio ist ihr Gebrauch ein sehr beschränkter und wird sie höchstens manchmal gegen Diarrhoe der Kinder angewendet. Man beginnt in der Regel mit 1 Gran pro Dosis und geht, jeden Tag steigend, bis zu 5 Gran; bei Erwachsenen fängt man mit 5 Gran an und steigt bis zu 20 Gran pro Dosis, 3—4mal täglich. Neuerdings soll ein deutscher Arzt in Lima (Perú) die Guaranápaste mit vielem Erfolg gegen Epilepsie angewendet haben.

Chemische Untersuchung.

Die Guaranápaste wurde zuerst von Dr. Theodor Martius, welcher darin ein Alcaloid entdeckte und Guaranin nannte, untersucht; außerdem fand er noch eisengrünende und eisenbläuende Gerbsäure, Saponin, grünes fettes Öl, Extractivstoff, Stärkemehl, Farb- und etwas Faserstoff.

Berthemot und Dechasteles wiesen zuerst nach, daß dieses Guaranin mit Caffein identisch sei, und Gavrelle später bestätigte diese Thatsache.

In Buchner's Repertorium, 50. Band, 1835 ist folgende chemische Untersuchung von Trommsdorf angeführt: Pflanzenfaser 0,34; Gummi und Stärke 0,16; grünes fettes Öl 0,035; Verbindung von Harz und Öl 0.025; eisengrünende Gerbsäure 0,40: Guaranin (Caffein) 0,040.

Stenhouse kochte 25 Grm. feingeriebene Guaranápaste mit einem Quart Wasser; nach dem Erkalten mit basisch essigsaurem Bleioxyd bis zum geringen Überschuß zugesetzt, das Präcipitat noch wiederholt mit heißem Wasser digerirt, die filtrirten geklärten Flüssigkeiten durch Schwefelwasserstoffgas vom Blei befreit, die filtrirte Flüssigkeit zur Trockne abgedampft in wenig kochendem Alkohol gelöst, lieferte sie durch mehrmalige Auflösung in Alkohol 1,260 Grm. Krystalle = 5,04 Pct. Bei einem zweiten Versuche lieferten 14 Grm. Guaranápaste 0,715 Grm. = 5,1 Pct. Caffein, im Mittel also = 5,07 Pct. Außer dem Caffein fand Stenhouse noch einen dem Gerbstoffe der Chinarinde ähnlichen Körper und eine fette Materie, welche wie das Öl der Cacaobohne nicht ranzig zu werden scheint.

Ich unternahm mit der Guaranápaste fünf Analysen:

1. Eine Portion Guaranápulver wurde bei 100° C. im Luftbade getrocknet, bis kein Verlust mehr stattfand und die Feuchtigkeit bestimmt. Die Hälfte des trockenen Pulvers eingeäschert, gab 2,6 Pct. Asche; die andere Hälfte wurde mit Äther extrahirt; die Fettsubstanz gewogen und aus dem Guaranárückstande mit Kalkhydrat und Alkohol das Caffein bestimmt. Sie lieferte nur 1,3 Pct. Caffein.

2. Eine Portion Pulver, mit kaltem Wasser vermischt, um das Stärkmehl zu trennen; die Flüssigkeit abgedampft; das Extract in zwei Theile getheilt und in dem einen Theil der Zucker durch Titrirung bestimmt; aus dem andern Theile das Caffein bereitet, lieferte nur 1,9 Pct. Caffein.

3. Eine Portion Pulver mit Alkohol digerirt; die alkoholische Flüssigkeit destillirt; der Rückstand mit warmen Wasser extrahirt; das rückständige Harz gewogen; die wässerige Lösung mit neutralen und dann mit dreibasischem, essigsaurem Bleioxyd behandelt; aus der filtrirten Flüssigkeit das Caffein bestimmt und auch nach anderweitigen Substanzen untersucht, lieferte nur 1,438 Pct. Caffein. Der Niederschlag des neutralen Bleiacetats enthielt einen rothen Farbstoff, Spuren von Harz und Gerbsäure. Der Niederschlag des dreibasischen Bleiacetats enthielt Harzantheile und Gerbsäure. Das syrupdicke Extract der beiden Bleipräcipitate wurde vorerst mit absolutem Alkohol, dann mit Äther behandelt; die durch Alkohol und Äther hervorgebrachten Niederschläge waren frei von Gerbsäure und wurde aus den Rückständen der abgedampften ätherischen Lösung die Gerbsäure durch Auflösen in Wasser von dem anhängenden rothen Farbstoff zu befreien versucht; doch reagirt der in kaltem Wasser schwer lösliche rothe Farbstoff mit Eisensalzen ebenso auf Gerbsäure als der in kaltem Wasser lösliche Theil und führe ich deshalb den einen Theil als reine Gerbsäure, den andern Theil als rothe, modificirte Gerbsäure in der Analyse auf.

4. Eine Portion Pulver wurde mit Wasser längere Zeit gekocht und auf gleiche Weise das Caffein bestimmt, wie es von Stenhouse angegeben ist. Auf diese Weise erhielt ich 4,3 Pct. Caffein, welches ich aber durchaus nicht so vollständig farblos, wie das folgende erhalten konnte.

5. Eine Portion Pulver wurde mit Wasser im Dampfapparat wiederholt infundirt, die colirten, schleimigen, schwer filtrirbaren Flüssigkeiten mit neutralem und dann mit dreibasischem Bleiacetat behandelt, die von dem Präcipitat abfiltrirte Flüssigkeit zur Krystallisation abgedampft, von den Krystallen getrennt und die Mutterlauge mit absolutem Alkohol behandelt. Es hinterblieb eine gummiartige, anorganische Substanz. Die alkoholische Flüssigkeit, mit Äther behandelt, hinterließ Zucker und eine geringe Harzmenge, so wie eine in Alkohol und Wasser lösliche braune Substanz; die ätherische Flüssigkeit verdunstet, gab noch eine Menge Caffeinkrystalle, welche mit einer sehr geringen Menge eines hellbräunlichen, in warmen Wasser löslichen Bitterstoffes vermengt waren. Die Caffeinkrystalle durch Auflösen in siedendem Benzin gereinigt, wie es bei allen Caffeinproben geschehen war, enthielten 4·288 Pct. Caffein.

Das Präcipitat des neutralen Bleiniederschlages wurde durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, zur Syrupsconsistenz abgedampft und mit absolutem Alkohol vermischt. Der Rückstand enthielt Schleim, Dextrin, Äpfelsäure und anorganische Substanzen. Die alkoholische Flüssigkeit mit Äther behandelt, bestand der Rückstand aus den bei der Arbeit Nr. 3 erhaltenen rothen Farbstoff; die ätherische Lösung ergab nach mehrfacher Reinigung die reine Gerbsäure, doch erhielt ich die rothe Substanz mit Gerbsäurereaction wie in Nr. 3 nie, wenn die Guaranápaste nur mit siedendem Wasser extrahirt wurde, sondern blieb in dem Guaranárückstande, woraus sie durch Digeriren mit Alkohol noch gewonnen werden konnte.

Aus dem sehr geringen Präcipitat des basischen Bleiacetats, nachdem es vom Blei befreit und abgedampft war, verursachte absoluter Alkohol nur eine geringe Ausscheidung, welche aus Dextrin und Äpfelsäure bestand; mit Äther hinterblieb ein Rückstand, welcher in seinem Verhalten und Geschmack eine auffallende Ähnlichkeit mit Glycyrrhizin (dem Süßholzzucker) hat, sich aber den Reactionen nach als Saponin auswies; die ätherische Flüssigkeit verdunstet, gab nur noch 0·9 Pct. Gerbsäure.

Die Zusammenstellung der Analyse, so wie die Untersuchung der Asche folgen nach der Samenanalyse.

Die Untersuchung der Samen wurde auf ähnliche Weise ausgeführt, wie die Analyse der Paste; leider standen mir nicht so große Mengen Material zu Gebote als von der Paste. Erst nach vielen Jahren vergeblichen Bemühens erlangte ich im vorigen Jahre durch die Güte des Herrn Dr. Albuquerque in Pará circa 1 Pfund trockene Guaranásamen.

Die Samen sind von der Größe der Schlehen, fast kugelrund, auf der einen Seite etwas abgeflacht, dunkelbraun; die braune holzige Schale löst sich leicht ab; der Kern ist hellbraun, sehr fest; von runder an der Seite abgeplatteter Form, im Durchschnitt eine dunkelrothbraune, strahlige Fläche zeigend, und von bitterlichem cacaoähnlichen Geschmack.

Ein lufttrockener Same wog 0·552 Gr., davon die Schale 0·078 Gr.

1. Eine Portion Schale wurde bei 100° C. getrocknet und die Feuchtigkeit bestimmt. Die Asche ergab 10·1 Pct.

2. Eine Portion Schale, mit Äther und Alkohol behandelt, lieferte 2·4 Pct. Caffein.

3. Eine Portion Schale mit siedendem Wasser und dann mit dreibasischem Bleiacetat behandelt, lieferte in der von dem Präcipitat abfiltrirten Flüssigkeit 2·44 Pct. Caffein. Sie enthielt noch Dextrin, Zucker und Extractivstoff. Der Niederschlag des dreibasischen Bleiacetats ergab eine in Alkohol unlösliche Substanz, welche aus Schleim, Dextrin, rothem Farbstoff und anorganischen Salzen bestand. Der in Äther unlösliche Antheil bestand aus einer rothen, harzartigen Substanz; die ätherische Flüssigkeit ergab eisengrünende Gerbsäure.

Die entschälten Samen wurden:

1. mit kaltem Wasser behandelt, Eiweiß und Stärkemehl bestimmt und das abgedampfte Extract zur Bestimmung des Zuckers verwendet. Es erfolgte keine Zuckerreaction.

2. Eine Portion entschälter Samen bei 100° Cels. getrocknet, die Feuchtigkeit bestimmt, ein Theil mit Äther extrahirt, ergab Fett und Gallussäure. Der Samenrückstand mit siedendem Wasser behandelt und das Caffein bestimmt, ergab 4·8 Pct. Caffein, ein anderer Theil eingeäschert ergab 1·7 Pct. Asche.

3. Eine Portion entschälter Samen mit Spiritus extrahirt, so lange sich derselbe noch färbte, die Tinctur destillirt, der Rückstand mit siedendem Wasser behandelt, hinterließ 4 Pct. harzartiger Substanz. Die wässerige Lösung mit neutralem und dann mit dreibasischem Bleiacetat behandelt, die filtrirte vom Blei befreite Flüssigkeit zur Krystallisation abgedampft, die Krystalle getrennt und gereinigt, die Mutterlauge mit absolutem Alkohol behandelt, hinterließ einen Rückstand aus rothem Farbstoff. Die alkoholische Flüssigkeit, mit Äther behandelt, gab eine braune, fade schmeckende, in Alkohol und Wasser lösliche Substanz; die ätherische Flüssigkeit noch Caffeinkrystalle und 0·08 Pct. eines in Äther und Alkohol löslichen, hellbräunlichen Bitterstoffes. Das gereinigte Caffein betrug 1·563 Pct.

Das Präcipitat des neutralen Bleiacetats zersetzt, zur Syrupsconsistenz abgedampft, mit absolutem Alkohol behandelt, schied unten im Scheidetrichter eine braune Substanz aus, welche aus Dextrin, Chlorsalzen etc. bestand. An den Wänden des Trichters hatten sich farblose, spießförmige Krystalle angesetzt, welche getrennt und gereinigt wurden. Dieselben bildeten eine organische Säure, welche sich in manchen Reactionen verschieden von der Weinstein-, Citronen-, Äpfelsäure etc. erwies und die ich vorläufig Guaranásäure nenne.

Die alkoholische Flüssigkeit, mit Äther behandelt, ergab als Rückstand einen harzartigen, rothgelben Farbstoff; die ätherische Flüssigkeit, verdunstet, lieferte eisengrünende Gerbsäure.

Der Niederschlag des dreibasischen Bleiacetats nach erfolgter Trennung des Bleies und Abdampfung ergab, mit absolutem Alkohol behandelt, als Rückstand anorganische Substanzen, Dextrin etc.; mit Äther, als Rückstand, einen harzartigen, rothen Farbstoff; die ätherische Flüssigkeit, verdunstet, hinterließ noch eisengrünende Gerbsäure und Gallussäurespuren.

4. Eine Portion Pulver entschälter Samen, mit siedendem Wasser extrahirt und mit Bleisalzen behandelt, lieferte 4·813 Pct. Caffein.

5. Eine Portion unentschälter Samen, auf gleiche Weise behandelt, gab 3·908 Pct. Caffein.

Die verschiedenen Analysen der Guaranápaste und Samen ergaben folgende Resultate.

In 100 Grm. lufttrockener Substanz	Guaraná-Samenschale	Guaraná-Samen ohne Schale	Guaraná-Samen mit Schale	Guaraná-paste Peckolt	Guaraná-paste Tromsdorf	Guaraná-paste Stenhouse
Caffein	2·443	4·813	3·908	4·288	4·000	5·070
Fettes gelbes Öl	—	2·296	—	2·950	3·500	—
Bräunlichgrünes Weichharz	0·489	—	—	—	—	—
Rothes Harz	0·192	4·000	—	7·800	—	—
Harzartige Substanz	—	3·536	—	0·372	—	—
Extractivstoff, stickstoffhaltiger	—	1·727	—	—	—	—
Rother Farbstoff	1·024	1·050	—	1·520	—	—
Amorpher Bitterstoff	—	0·080	—	0·050	—	—
Guaranásäure	—	0·134	—	—	—	—
Saponin	0·097	—	—	0·060	—	—
Gallusäure	—	0·017	—	—	—	—
Gerbsäure, eisengrünfällende	4·145	8·516	—	5·902	4·000	—
Rothe Gerbsäure	—	—	—	2·750	—	—
Eiweisartige Substanzen	—	2·377	—	—	—	—
Stärkemehl	—	5·495	—	9·350	—	—
Glycose	1·226	0·546	3·200	0·777	—	—
Dextrin, Pectin, Schleim- u. Äpfelsäure etc.	1·557	8·944	—	7·407	—	—
Feuchtigkeit	4·145	8·988	—	7·650	—	—
Faserstoff u. Verlust	84·682	51·830	—	49·126	—	—
Summa	100·000	100·000	—	100·000	—	—

In 100 Grm. lufttrockener Substanz	Guaraná-Samenschale	Guaraná-Samen ohne Schale	Guaraná-Samen mit Schale	Guaraná-paste Peckolt	Guaraná-paste Tromsdorf	Guaraná-paste Stenhouse
100 Gr. trockene Substanz gaben Asche.	10·191	1·704	—	2·600	—	—
100 Gr. Asche enthielten Kohlensäure ..	—	—	18·630	23·287	—	—
Chlor	—	—	6·617	0·712	—	—
Schwefelsäure......	—	—	8·904	6·013	—	—
Kieselsäure, Sand u. Kohle	—	—	34·910	25·616	—	—
Phosphorsäure	—	—	4·967	5·122	—	—
Thonerde..........	—	—	1·062	0·821	—	—
Eisenoxyd	—	—	1·370	0·547	—	—
Manganoxydul	—	—	4·349	8·767	—	—
Talkerde	—	—	3·630	5·068	—	—
Kalk..............	—	—	4·480	4·520	—	—
Kali	—	—	1·870	2·712	—	—
Natron	—	—	15·479	16·438	—	—

Der rothe Farbstoff ist sowohl in den Früchten, als auch in den Blättern der meisten hiesigen Paulinien und Serjanien enthalten und werde ich später in der Monographie der Sapindaceen Brasiliens mehr über denselben mittheilen. Derselbe nähert sich dem Chinaroth, nur röther gefärbt; in Weingeist, alcalischer Flüssigkeit und concentrirter Essigsäure ist er leicht löslich. Die spirituöse Lösung wird durch Wasser nicht gefällt, gibt mit Eisenchlorid eine braune Färbung, gelatinirt mit Leimlösung ohne bemerkbare Flockenausscheidung; mit Lösung von kohlensaurem Ammoniak verdickt sich die Lösung fast gallertartig, mit Kalkwasser gelatinirt sie und bildet eine Verbindung, woraus der Farbstoff durch Salzsäure mit braunrother Farbe gefällt wird. Er verbrennt mit schwacher Flamme zu einer voluminösen Kohle und ist wahrscheinlich auch ein Product der Gerbsäure, wie die in der Guaranápaste enthaltene rothe Gerbsäure, eine Zwischenstufe der sich zersetzenden Gerbsäure ist. Das Harz der Samen ist glänzend, dunkelroth, verbrennt mit heller Flamme und schwach aromatisch riechendem Rauche zu einer compacten Kohle, die Eigenschaften einer Harzsäure zeigend. Das Harz der Paste ist hellroth, sonst in seinem Verhalten ähnlich dem Harze der Samen.

Die reine Gerbsäure, sowohl der Samen als der Paste, verhält sich gegen andere Körper der Chinagerbsäure sehr ähnlich, bildet eine zerreibliche, gelbe, stark hygroskopische, sehr styptisch schmek-

kende Masse, ist in Wasser, Alkohol und Äther löslich und bildet mit Eisenchlorid ein dunkelgrasgrünes Präcipitat. Mit Leimlösung findet eine strohfärbige Fällung statt. Barytwasser gibt ein röthlich krystallinisch-ähnliches Präcipitat; salpetersaures Silberoxyd ein weißes Präcipitat mit späterer Reduction; Platinchlorid ein gelbes Präcipitat; nur entsteht durch Brechweinsteinlösung keine Fällung, wie es bei der Chinagerbsäure geschieht. Gegen concentrirte Säuren und Alkalien sind die Reactionen ganz identisch mit Chinagerbsäure. Trockene Destillation lieferte ein Destillat, welches mit Wasser verdünnt, durch Eisenchlorid grasgrün gefärbt wird, durch vorsichtiges Hinzufügen von Ammoniak eine rothe Färbung annimmt und Phensäure zu sein scheint. An der Luft zersetzt sie sich ebenfalls sehr leicht, indem sich braune, kaum bemerkbar rothscheinende Flocken ausscheiden, welche nun in Wasser unlöslich sind. Das fette Öl hat die Consistenz des Ricinusöles und Stenhouse bemerkt sehr richtig, daß dasselbe lange aufbewahrt werden kann, ohne ranzig zu werden. Die als Extractivstoff in den Samen enthaltene Substanz bildet eine braune, zerreibliche, hygroskopische Masse von bitterlich faden Geschmack und wird durch Tanninlösung nicht gefällt; mit Natronkalk entwickelt sich Ammoniak. Der Bitterstoff bildet eine gelbliche, zerreibliche Substanz, von rein bitterem Geschmack; in Wasser, Alkohol und Äther löslich, verbrennt sie mit schwacher Flamme, Spuren von Kohle hinterlassend. Metallsalze fällen denselben nicht, wohl aber Gerbsäurelösung. Einen gleichen Bitterstoff erhielt ich aus dem Theile des Kaffeebaumes, wo das Caffein fehlt.

Die Guaranásäure hat in ihren Reactionen viel Analoges mit der Weinsteinsäure und verdiente, wenn sie sich nach der Elementaranalyse als eine neue organische Säure erweist, die Benennung Genußmittelsäure, *Acidum apolausticum*, (τὰ ἀπολαυστικά das was für den Genuß im Gegensatz zu dem unbedingt nothwendigen bestimmt ist) indem ich diese Säure in allen bis jetzt untersuchten Genußmitteln aufgefunden habe, sowohl in frischen grünen Kaffeeblättern, als in frischen Matéblättern, in Kaffeeblättern nur Spuren, ganz besonders reichhaltig in den caffeinarmen Congonhablättern etc. und werde ich bei den Monographien dieser Substanzen ausführlicher darauf zurückkommen. Chinon konnte ich daraus nicht erhalten. Sowohl aus der verschiedenen Menge des Stärkemehlgehaltes der Samen und Paste, als auch aus der Verschiedenheit des Kieselerdegehaltes muß man mit

Bestimmtheit schließen, daß zur Bereitung der Paste unbedingt ein stärkemehlhaltiger Zusatz genommen wird. Das Stärkemehl der Paste zeigt unter dem Mikroskop auch die Stärkemehlkörner der Samen, doch auch viele den Samen nicht angehörende, bedeutend größere Stärkemehlkörner. Indem mein Freund Dr. Teuscher und ich die meisten der hiesigen stärkemehlhaltigen Substanzen zu meiner Arbeit über Nahrungsmittel mikroskopisch gezeichnet haben, so war leicht zu ersehen, daß die nicht zu den Samen gehörenden Stärkemehlkörner in der Paste einer Mandiocaart angehören, und zwar einer, die zu den giftigen zählt. Die Körner sind genau wie die der Mandioc-assú. Ich habe Samen gestossen, und mit wenig Wasser eine Masse geformt, doch wollte dieselbe nie compact werden, noch weniger die, der Paste eigenthümliche, steinharte Festigkeit annehmen, während sie dagegen mit Amylum und Wasser angestossen und erwärmt, eine steinharte Masse gaben. Ich vermuthe, daß die Indianer die rohe Mandioca stossen und den stärkemehlhaltigen ausgepreßten Saft als Bindemittel benützen, wobei aber doch noch viele ungelöste Stärkemehlkörner zurückbleiben. Das Verhältniß der fremdartigen Stärkemehlkörner zu dem den Samen angehörenden Stärkemehle ist unter dem Mikroskop circa ein Drittel.

Interessant wäre eine Untersuchung, wenn man von den gleichen Samen, aus welcher die Paste bereitet wurde, eine vergleichende Analyse anstellen könnte; auf diese Art, wie bis jetzt die Untersuchung geschah, kann man doch nie mit vollständiger Gewißheit urtheilen. Die untersuchte Paste ist vielleicht am Rio Madeira bereitet, während die erhaltenen Samen vielleicht vom Maubé kommen und sich vielleicht ebenso verhalten, wie jede Kaffeesorte — deren ich bis jetzt circa zwanzig untersucht habe —, welche auf verschiedenen Terrains und in anderen Lagen etc. gewachsen, ganz abweichende Analysenresultate, besonders in Hinsicht des Caffeingehaltes und der Aschenbestandtheile liefert.

Statistik.

Dieses Product der beiden Provinzen Amazonas und Pará wird, wie schon früher bemerkt, von den Kaufleuten aus Matto Grosso und besonders der Republik Bolivia sehr gesucht. Trotzdem, daß sich die Production von Jahr zu Jahr vermehrt, wird doch nur ein geringer

Theil nach der Küste exportirt und in Folge dessen sind die statistischen Angaben nicht so hoch, als der Consum in Wirklichkeit ist, indem manche Quantitäten gleich direct an reisende Kaufleute verkauft werden, ohne erst nach den bewohnten Plätzen zu gelangen.

Die Provinz Amazonas exportirte im Jahre 1830 Arrobas (jede Arroba zu 32 Pfd.) im Werthe von 32 Milreis per Arroba, im Jahre 1560 200 Arrobas, 16 Milreis per Arroba. Im Jahre 1861 stieg der Preis wieder auf 32 Milreis und 1862 wurden 400 Arrobas à 16 Milreis verkauft.

Der Meteorsteinfall am 9. Juni 1866 bei Knyahinya.

(Zweiter Bericht.)

Von dem w. M. W. Ritter v. Haidinger.

(Mit 3 Tafeln.)

Vorwort. Quellen.

Ich schließe meinen heutigen Bericht an denjenigen an, welchen ich als vorläufiges Ergebniß am 12. Juli der hochverehrten Classe vorzulegen die Ehre hatte.

Zu spät für jene Mittheilung, hatte ich durch meinen hochverehrten Freund, Herrn k. k. Bergrath Franz Ritter v. Hauer einen Bericht von Herrn Franz Kistler erhalten, welcher die freundliche Sendung eines Steines von 14¼ Loth an die k. k. geologische Reichsanstalt begleitete, so wie ein an die letztere durch Herrn k. k. Ministerialrath Freiherrn v. Hingenau freundlichst übersendetes Schreiben des Herrn Rittmeisters in der Armee und Gutsbesitzers, Freiherrn Ludwig v. Fischer zu Gálszécs im Zempliner Comitate. Über diese berichtete Herr v. Hauer auch in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 24. Juli.

Mir selbst waren ebenfalls bald darauf neuere Nachrichten zugekommen. Unter andern verdanke ich Herrn Professor Johann Bernáth in Ofen die Übersetzung des Berichtes, aus Unghvár durch Herrn Comitats-Oberarzt Dr. v. Zsiro an Herrn Tavernicus Baron v. Sennyey erstattet. Herr Prof. Bernáth hatte sie freundlichst auf Veranlassung unseres hochverehrten Herrn Collegen Directors M. Hörnes besorgt.

Am 16. August waren die einzelnen Abdrücke meines Berichtes vom 12. Juli fertig. Ich säumte nicht, dieselben den beständigen meteoritologischen Freunden, dann aber auch hochverehrten Persönlichkeiten namentlich in der Umgebung des Falles zu übersenden, mit der Bitte, möglichst unmittelbare Beobachtungen freundlichst mit-

theilen zu wollen, als Ergänzungen oder genauere Darstellung der bisher bekannt gemachten.

Auf diese Anfragen, so wie auf einige bereits früher gestellte, kamen mir zahlreiche Auskünfte zu, für welche ich hier den hochverehrten Herren den verbindlichsten Dank darbringe, den Herren Rector Friedrich Hazslinszky und Studirenden Johann Kolbay in Eperies, Freiherrn Ludwig v. Fischer und Herrn Apotheker Armin Thaiss zu Gálszécs, k. k. Waldbereiter Anton Pokorny, k. k. Forst-Candidaten Anton Pukáts und k. k. Waldaufseher Wenzel Negedlo in Nagy Berezna, Regalienpächter Ignaz Feuermann in Knyahinya, fortwährend auch Herrn Ingenieur Kistler in Unghvár und Professor Bernáth in Ofen, ferner Herrn Karl Hirschbach, Verwalter auf der k. k. Staatsdomäne zu Tokay, auch endlich dem reisenden Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt Herrn Heinrich Wolf und Herrn Jos. v. Toldt aus dem Liptauer Comitat, so wie auch Herrn Cajetan Ferdinandi, k. k. Salzwerksverwalter in Bolechow.

Ich freue mich den sämmtlichen hochgeehrten Herren hier für Ihr freundliches Wohlwollen meinen innigsten Dank darzubringen, da es mich in den Stand setzt den Versuch zu wagen, über diese denkwürdige Erscheinung ein mehr zusammenhängendes Bild darzubringen, als es zuerst möglich gewesen war.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die ersten Nachrichten nur allzu summarisch klingen. Es ist dies wohl auch durch den Zustand unserer heutigen Tagespresse bedingt. Die Richtung der Kenntnißnahme ist überhaupt mehr dem „Großen“, dem „Allgemeinen“ zugewendet! Während in der That nur die eigentliche, ausschließliche Beobachtung immer für alle späteren Betrachtungen die Grundlage darbieten kann, liebt man es so sehr mit etwas mehr Theoretischem selbst unmittelbar während der Darlegung der Beobachtungen hervorzutreten, als sich mit den Beobachtungen zu begnügen oder dieselben rein und für sich aufzusammeln. Freilich sind diejenigen Persönlichkeiten, welchen es gewöhnlich beschieden ist, dergleichen Erscheinungen zu beobachten, gar wenig für diese Eindrücke vorbereitet, aber doch bleibt das einfache Aufzeichnen derselben immer dasjenige, was man namentlich in Schriften aufbewahren sollte, welche wie unsere Sitzungsberichte, den Charakter des Bleibenden bewahren.

Es ist wahr, von manchen Meteorsteinfällen bringen namentlich ostindische, amerikanische, und auch wohl hin und wieder europäische Blätter dem Tage entsprechend in das Einzelne gehende Berichte. Für uns selbst bleibt immer der Bericht über den Meteorsteinfall von Stannern am 22. Mai 1808 durch die Herren v. Schreibers und v. Widmanstätten eine höchst werthvolle Erinnerung. Aber selbst jetzt noch, eigentlich jetzt mehr als je, wo doch die Kenntniß der ganzen Classe von Erscheinungen wächst, wird es immer wünschenswerther, neue, aber immer die unmittelbarsten Beobachtungen aufzubewahren.

In dem an den Herrn Tavernicus abgestatteten Berichte sind zwar Augen- und Ohrenzeugen namentlich aufgeführt, aber nicht ihre individuellen Aussagen, sondern nur eine Gesammt-Angabe der aufeinander folgenden Erscheinungen. Keiner der Genannten ist Gewährsmann für die eine oder die andere Thatsache, gewiß hat keiner derselben irgend eine Angabe selbstständig zu Protokoll gegeben. Und doch ist dies jedesmal die allergünstigste Form zur Aufbewahrung der Aussagen, wenn ein Einzelner seine Wahrnehmung im strengsten Sinne individuell abgibt, und sodann jeder der Andern auch seine Übereinstimmung, oder seine abweichenden Eindrücke, oder seine Zusätze, ebenfalls mit seiner eigenen festen Überzeugung darzulegen eingeladen wird. Dies war es, was ich durch meine Einladungen zu ergänzen wünschte, und was mir auch nach vielen Richtungen gelang, und ich werde im Nachfolgenden die Erscheinung in ihren Haupt-Abschnitten verfolgend, jede einzelne Richtung durch Angaben zu belegen mich bestreben, und zwar: 1. die Erscheinungen im Falle nahe am Fallorte, 2. die Beobachtungen aus größeren Entfernungen.

I. Die Erscheinungen im Falle nahe am Fallorte.

1. Lage, geographisch und geologisch. Nationalitäten. Ortsnamen.

Der Endpunkt der Bahn auf welcher das Meteor zur Erde gelangte ist durch den Namen des Dorfes Knyahinya bezeichnet. Obwohl eine größere Anzahl von Meteorsteinen auf einem ansehnlicheren Raume der Umgebung gefallen ist, so genügt doch dieser Punkt für spätere Feststellung sowohl der geographischen Falllinie, als einer astronomischen Orientirung.

Das Dorf Knyahinya liegt etwa anderthalb geographische Meilen im Nordnordost von Nagy Berezna, dieses selbst wieder 6¼ geographische Meilen in gleicher NNO.-Richtung von der Comitats-Hauptstadt Unghvár im Unghvárer Comitat des Königreiches Ungarn.

Die ganze durch den Fall vom 9. Juni mit Meteorsteinen übersäete Gegend, welche auf Seite 6 und 7 im Grundrisse und landschaftlich vorliegt, gehört dem Karpathensandsteine an, in den mannigfaltigsten Abänderungen. Auf drei Meilen nach allen Richtungen um Knyahinya kein anderes Gestein. Herrn k. k. Bergrath, Dr. Franz Ritter von Hauer, der in Gesellschaft des gegenwärtigen Herrn k. k. Ministerialrathes Freiherrn v. Hingenau im Jahre 1858 in den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt die Gegend bereiste, verdanken wir die bezüglichen Berichterstattungen, eine vorläufige in dem von mir für den 31. August 1858 zusammengestellten Berichte (Jahrbuch d. k. k. G. R. A. IX. Bd. 1858. Verhandlungen, S. 115), und sodann eingehender in seinem „Berichte über die geologische Übersichtsaufnahme im nordöstlichen Ungarn im Sommer 1858" (Jahrbuch der k. k. G. R. A. X. Bd. 1859. Seite 399). Namentlich wird für die Gegend, welche in Fig. 2 (S. 7) den Vorgrund zu Knyahinya bildet ein „gewöhnlicher Karpathensandstein" genannt, „ganz ähnlich wie man ihn etwa in den Brüchen von Dornbach oder Sievering bei Wien beobachtet."

Mancherlei Varietäten von Sandstein werden beschrieben, unter andern gegen Norden vorliegend, ein „festes Quarzconglomerat, offenbar eine Fortsetzung des Zuges, der zu Zboj (nordwestlich von Knyahinya) auf Mühlsteine gebrochen wird; es bildet mächtige Bänke, die ebenfalls steil nördlich einfallen." (L. c. S. 425). Ohne Zweifel gehören zu diesen der Sztyinszka-Felsen, so wie die Felswände des Knyahinyicza-Berges. „Mühlstein-Conglomerat, wie es im Obigen mehrfach beschrieben wurde," findet sich auch „am Javornikberge" (S. 426).

Zur genaueren Würdigung der von den Augen- und Ohrenzeugen abgegebenen Aussagen, wird es nicht überflüssig sein zu bemerken, wie sich die verschiedenen Nationalitäten in der Umgegend nach ihrer Anzahl verhalten.

In dem „Gemischten Stuhlrichter-Amte Berezna" (Nach dem Staatshandbuche des Jahres 1859) in einem Markte und 50 Dörfern, wohnten 29,426 Menschen auf 25·10 Quadratmeilen (nahe 1168 auf

einer Quadratmeile). Sie sind für den ganzen Bezirk wie folgt beziffert: Deutsche 178, Slovaken 886, Magyaren 137, Ruthenen 26.740, Israeliten 1.485, zusammen 29.426.

Namentlich das Dorf Knyahinya ist weitaus von Ruthenen bewohnt. Entsprechend dieser Vielsprachigkeit findet man auch auf den geographischen Karten mancherlei Verschiedenheiten der Schreibeweise der Ortsnamen: So hat die Administrativkarte von Ungarn im Maaße von 1:288.000 oder 4000 Klafter = 1 Zoll, ohne Bergzeichnung „Groß-Berezna," die in dem gleichen Maaße ausgeführte mit Bergzeichnung von Zuccheri, nach Lipszky, „Nagy Berezna," die neue v. Scheda'sche Karte in dem Maaße von 1 : 576·000 ebenfalls mit Bergzeichnung, hat „Welka Berezna." Ich habe geglaubt, die magyarische Orthographie befolgen zu müssen, weil die Tagespresse sowohl als die schriftlichen Mittheilungen, welche mir zukamen, sich derselben bedienten, und ich bleibe dadurch auch in Übereinstimmung mit meiner ersten Nachricht über den Gegenstand. Übrigens sind die Namen auf den verschiedenen Karten selbst mit geringer Consequenz in ihrer Schreibweise durchgeführt, ohne daß dies im Gebrauche störend wäre. Ist man ja doch unter andern in der Orthographie der orientalischen Sprachen immerfort noch viel mehr im Abwechseln begriffen, sobald es sich darum handelt, dieselben für das europäische Auge durch die lateinischen Schriftzeichen verständlich zu machen.

2. Bericht von Herrn A. Pukáts über den Fall.

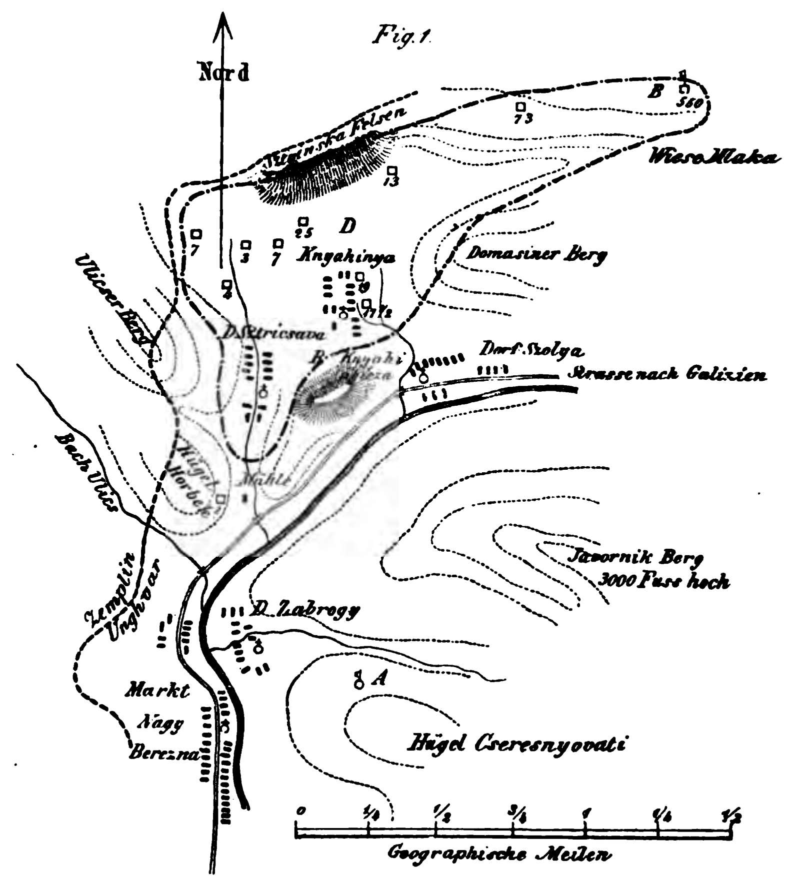
Eine der ersten meiner specielleren Anfragen war an eine Adresse gerichtet gewesen, in Bezug auf welche ich umgehend erfuhr, daß ihr Träger, der k. k. Förster Adolph Ruttner zu Lyutta nicht mehr am Leben sei. Derselbe war ein Correspondent der k. k. geologischen Reichsanstalt aus dem Jahre 1858, in welchem er unsere reisenden Geologen so wohlwollend aufgenommen hatte, namentlich die Herren Franz Ritter v. Hauer, Freiherrn v. Richthofen und A. v. Glos sowie den gegenwärtigen Herrn k. k. Ministerialrath Freiherrn v. Hingenau, der sich freundlichst an ersteren angeschlossen hatte.

Aber sein Schwiegersohn lebte noch, und das war eben der k. k. Waldbereiter Herr Anton Pokorny in Nagy Berezna, an welchen ich mich, wenn auch einige Tage später, ebenfalls um Aus-

künfte gewendet hatte. Er gab nun dem ihm im Dienste zugetheilten k. k. Forstcandidaten Herrn Anton Pukáts den Auftrag, in Bezug auf die Erscheinung an mich zu berichten.

Herrn Pukáts bin ich also für den ersten vollkommen individuellen Bericht welchen ich hier, theils wörtlich, theils etwas abgekürzt wiedergebe, zu größtem Danke verpflichtet.

Zur genaueren Orientirung gab Herr Pukáts in Fig. 1 und Fig. 2 den Plan sowohl, als auch eine übersichtliche landschaftliche



------------ *Grenze zwischen dem Zempliner und Unghvárer Comitat.*

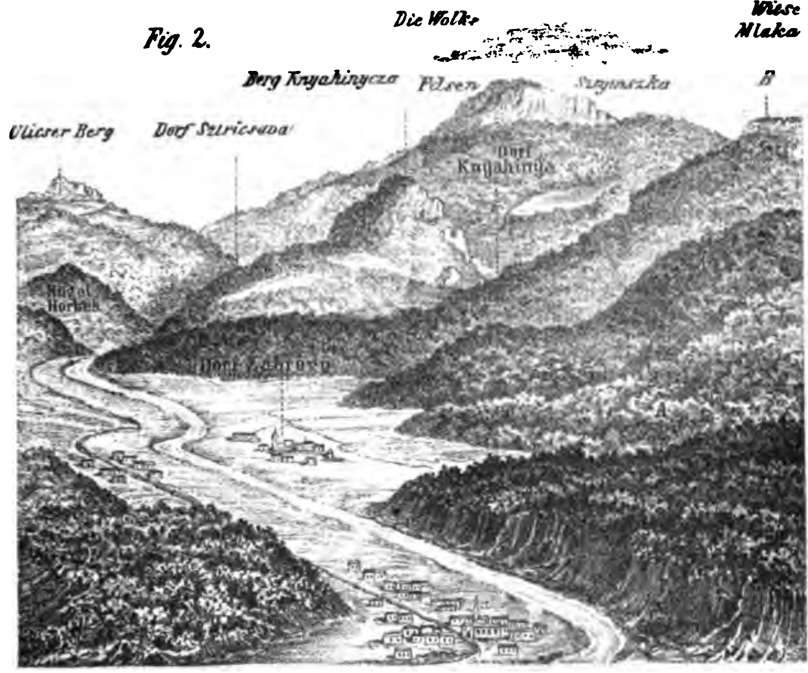
—.—.—.— *Eingeschlossener Raum des Meteorsteinfalles am 9. Juni 1866.*

□ *Beiläufige Stelle der grösseren aufgefundenen Stücke. Ziffern, Gewicht in Pfunden.*

□ ? *Problematische Stelle am Hügel Horbek.*

Darstellung der Oberfläche. Sie erläutern sich gegenseitig. In Bezug auf Fig. 2 muß ich bemerken, daß die entfernteren Umrisse genau der freundlichst eingesandten Skizze entsprechen, daß aber der Vorgrund mehr nur als Andeutung der Lage gelten kann, da er doch im Originale nur mit wenigen Strichen vorlag.

„Am 9. des Monats Juni war ich im Holzschlage auf dem Hügel Cseresnyovati, östlich nahe an Nagy Berezna beschäftigt, auf dem in den beiden Skizzen durch *A* bezeichneten Punkte, der auf dem Nordabhange des Hügels liegt, also hier in der Ansicht Fig. 2 durch denselben Hügel verdeckt wird.



Nagy Berezna

A. *Der Punkt A, von welchem aus Herr Pukáts den Fall beobachtete, liegt nicht auf der Kante sondern am Abhange des Hügels Cseresnyovati gegen Norden zu, welchen man also hier auf der Ansicht nicht sehen kann, weil er durch den Hügel selbst gedeckt ist.*

B. *Auch hier ist der Punkt, auf welchen der grosse Stein fiel, die Wiese Mlaka durch den Abhang des vorliegenden Javornikberges gedeckt. Die Wiese liegt unterhalb des Punktes B auf dem südlichen Abhange des nördlichen Bergzuges, welcher mit dem Sztyinskafelsen zusammenhängt.*

Bei drückender Hitze hatte ich in der Zeit von 3 bis nach $4\frac{1}{2}$ Uhr den Abschluß meiner Obliegenheit in der Bezeichnung der Holz-Klaftern begonnen, als ich und die umstehenden Waldaufseher und Handlanger einen scharfen weithintönenden Knall hörten und noch zwei darauffolgende immer schwächere, die meiner Ansicht nach aber blos das in den Bergen wiedertönende Echo des ersten waren. Ich blickte gegen den Himmel, der mit Ausnahme einer kleinen, ganz dem gewöhnlichen von der Nähe aus gesehenen Nebel gleichenden Wolke, die sich über dem 800—1000 Fuß relativ hohen kegelförmigen Berge Knyahinyicza ausbreitete, klar und wolkenlos war, und ich glaubte Anfangs dieselbe habe sich entladen und in den Berg eingeschlagen.

Meine Uhr zeigte 4 Minuten vor 5 Uhr. Ein Handlanger behauptete auch etwas Blitzartiges wahrgenommen zu haben, und machte mich auf einen ober der Wolke befindlichen Rauch aufmerksam; es glich auch wirklich einem Streifen bläulichen Rauches, der für die Wolke gleichsam einen Schweif bildend, die Richtung von NNO. gegen SSW. hatte und unter einem Winkel von etwa 30 Grad auf die Horizontale stand.“

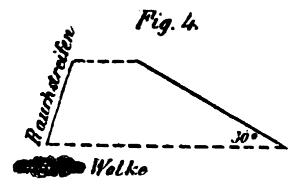
Nach den freundlichst mitgetheilten Skizzen Fig. 3 und Fig. 4, glaube ich dies so verstehen zu sollen, daß Fig. 3 die Ansicht im (theoretischen) Grundrisse gibt, während Fig. 4 die Erscheinung auf die Beobachtungsebene projicirt, und also den Höhenwinkel anschaulich zu machen bestimmt ist.

„Nach Verlauf von $\frac{3}{4}$ einer Minute fing es an in der Wolke wie in einem Dampfkessel zu kochen und zu brausen, das sich in ein Rollen gleich einem schweren Donner auflöste, schwach, stärker und wieder schwach abfallend, und gegen eine Minute dauerte. Die Wolke, die sich schon während des

Fig. 3.

Nord

Süd



Nord Süd

Rollens bewegte, kam auf uns mit wachsender Geschwindigkeit, mit stets größerem Sehwinkel, also näher, und verschwand scheinbar in nordsüdlicher Richtung westlich vom Beobachtungsorte über Nagy Berezna ziehend nach Verlauf von 4 bis 5 Minuten immer kleiner werdend aus dem Gesichtskreise."

3. Mittheilungen von Herrn A. Pokorny.

Herr k. k. Waldbereiter A. Pokorny sandte folgende Aussagen, freundlichst aufgesammelt, namentlich um einige bis dahin unsicher bestimmte Fragen beantwortet zu erhalten.

1. „Beobachtungen des Knyahinyaer Regalien-Pächters Ignaz Feuermann über das am 9. Juni zwischen 4 und 5 Uhr in Knyahinya vorgefallene Naturereigniß.

Es war zwischen 4 und 5 Uhr, als ich vor dem Wirthshausgebäude mit meiner Frau der Andacht oblag, als plötzlich ein starker, einem Kanonenschuß ähnlicher Krach in der Richtung gegen Nordost ertönte, worüber ich mit meiner Frau erschrocken bin und ins Vorhaus vor der Thür mich zurückgezogen habe. Hierauf, gleich nach diesem außerordentlichen Krach folgte nun ein starkes Rollen, dann Kochen, so wie das Wasser kocht, welches beiläufig 3—4 Minuten gedauert hat. Über dieses Rollen bin ich heraus ins Freie, und in dem Augenblicke ist einer von diesen Meteorsteinen 6—7 Schritt vor meinen Augen, in schiefer Richtung von Nordost zur Erde gefallen, durch die Äste eines beim Wirthshausgebäude stehenden Zwetschkenbaumes, wobei ein Ästchen von $1/4$ Zoll Durchmesser abgebrochen wurde.

Ich habe mir Muth gefaßt, und nach einer Weile diesen Stein aufgehoben, der wie schon bekannt, von einer glasartigen schwarzen Farbe, nach Schwefel so stark gerochen hat, daß ich diesen Geruch noch nach drei Tagen von meiner Hand nicht abwaschen konnte.

Frage. Wollen Sie uns angeben, ob der Stein heiß oder kalt war?

Antwort. Dieser Stein war lauwarm, gleich den von der Sonne erwärmten.

Fr. Haben Sie die Wolke gleichzeitig oder nach dem Knalle oder später am Himmel gesehen?

Antw. Ich habe nach dem Knalle hier in dieser Richtung (nach Nordost zeigend) ein kleines Wölkchen, so groß und in der Form

wie ein Faß gesehen, von welcher Wolke ein sehr starker Rauch entströmte. Dieser Rauch hat sich vorerst nach Norden gezogen, und ist mit dieser Wolke mit einer großen Schnelligkeit gegen Süden verschwunden. Dieses habe ich nach bereits erfolgtem Ruhestande in der Atmosphäre wahrgenommen.

Fr. Haben Sie am Firmamente eine Feuerkugel gesehen?

Antw. Nein.

Fr. Haben Sie nichts in Erfahrung gebracht, ob sonst Jemand eine solche niederfallen gesehen?

Antw. Ich habe mich erkundigt, aber bis jetzt Niemanden gefunden, der eine solche gesehen hätte.

Fr. Haben Sie nicht etwas Feuerartiges, als Blitzen, Leuchten oder einen Feuerstrahl gesehen?

Antw. Zugleich mit dem Krache ein Blitzen, und darauf erfolgte das Rollen.

Fr. Hat irgend Jemand einen Stein sogleich nach dem Falle aufgehoben?

Antw. Ich weiß bis jetzt Niemanden.

Knyahinya, am 30. August 1866.

Zeuge: Pokorny m/p.
Als Zeuge: Salomon Frieder m/p.

Ignaz Feuermann.
Namensfertiger
Negedlo m/p.,
k. k. Waldaufseher.

2. Beobachtungen des Kurtyak Mihaylo, Haus- und Grundbesitzers in Sztricsava über das Naturereigniß von Sztricsava aus.

„Ich habe an diesem Tage auf dem Felde meine Ochsen geweidet, als plötzlich am Firmamente ein starker Knall hörbar war, und vor meinen Augen auf zwei Schritt Entfernung ein schwarzer Stein mit einem Blitzen zur Erde niederfiel, worüber ich sehr stark erschrocken, aber nach einer Weile mich wieder erholte, und diesen herabgefallenen Gegenstand besichtigte, der nun wie gesagt, der obige Stein war, den ich aufgehoben, und der erhitzt war als wenn man ihn aus einem geheizten Ofen herausgenommen hätte. Das Gras an dem Orte, wo er niederfiel, war verbrannt und schwarz geworden, somit mußte der Stein als er herabfiel, glühend heiß gewesen sein.

Fr. Wie groß war der Stein, den Sie aufgehoben haben?

Antw. Beiläufig mit dem Gewichte von $1/_2$ Pfund, und der Größe eines kleinen Hühnereies, eckig.

Fr. Haben Sie eine Feuerkugel am Firmament gesehen?

Antw. Nein, auch meines Wissens Niemand sonst.

Fr. Wie groß war die Wolke und was haben Sie sonst noch an derselben wahrgenommen?

Antw. Die Wolke in der Richtung gegen Ulics (nach Nordwest) hatte die Größe von einem großen Wagenrad. Ich habe von derselben einen großen Rauch entströmen gesehen, und diese Wolke ist auch nach dem Knalle kurz darauf gegen Unghvár (gegen Südsüdwest) zu verschwunden.

Dieses alles habe ich nach dem Knalle und dem Donnern beobachtet.

Berezna, 1. September 1866.

In unserer Gegenwart:
Johann Prokul m/p.
k. k. Finanzconcipist.
Pokorny m/p.,
Waldbereiter.

† Kurtyak Mihaylo.
Namensfertiger
Negedlo m/p.,
Waldaufseher.

3. Beobachtungen des Herrn Franz Weisz, k. k. Finanzconcipisten bei der k. k. Finanz-Bezirks-Direction in Unghvár, von Nagy Berezna aus.

Am 9. Juni 1866 war ich aus Anlaß amtlicher Dienstverrichtungen in Nagy Berezna anwesend. Ich stand zwischen 4 und 5 Uhr mit dem k. k. Steueramtsassistenten Brattusiewicz im Hofe der k. k. Waldbereiters-Wohnung, in welchem Gebäude auch das k. k. Steueramt untergebracht ist, unmittelbar vor dem letzteren, im Gespräch begriffen. Unweit davon stand der Amtsdiener Weigel. Da auf einmal, ungefähr einige Minuten vor 5 Uhr, ohne daß man bei so heiterem Himmel ein Gewitter, oder sonst eine Erscheinung vermuthet hätte, ertönte am Horizonte ein dumpfer Knall, ganz ähnlich dem eines starken Kanonenschusses, dem unmittelbar zwei gleiche, jedoch etwas mattere folgten, und welche in ein donnerähnliches, jedoch nicht dumpfes Donnern, sondern rollendes Getöse übergingen, welches sich wieder in ein mit Schwattern verbundenes Getöse auflöste, beinahe ähnlich dem Geräusche, wenn man aus

einem Locomotive Dampf von unten ausläßt, und dieses mit einem Schwattern ähnlich dem, welches sich beim starken Kochen von Wäsche- oder Pflaumenmus u. dgl. in einem Kessel ergibt, verbunden wäre.

Gleich auf den ersten Knall blickten wir gegen Himmel, und sahen in der Gegend des Getöses, etwas nordöstlich, wie ich glaube, blos eine kleine längliche, vielleicht wenige Klafter messende dunkle gewitterähnliche Wolke, und sich gleichsam verlierenden Rauch, und spürte man auch etwas Schwefelgeruch, auf welchen ich namentlich durch den im Steueramtslocale arbeitenden k. k. Steuereinnehmer Kortkovics aufmerksam gemacht wurde, zu welchem ich mich begab, als das ganze Getöse schon vorüber war, und bemerkte ich, daß man im vorerwähnten Locale, dessen zwei Fenster nach Norden, also in der Richtung des stattgehabten Ereignisses gehen, mehr spürte als im Freien. — Dieses sind meines guten Erinnerns nach meine gemachten, genau dargestellten Beobachtungen.

Unghvár, 30. August 1866.

Franz Weisz m/p.,
k. k. Finanzconcipist bei der k. k. Finanz-Bezirks-Direction in Unghvár.

4. Beobachtung des Herrn Raimund Brattusiewicz, kais. königl. Steueramts-Assistenten zu Nagy Berezna, von Nagy Berezna aus.

„Himmel rein, wolkenlos, kein leises Lüftchen, nur gegen Süden am Horizonte kleine Wolkenschichten, die sich gerade gegen Westen hinzogen.

Vor $^1/_2$5 Uhr trat aus dem azurblauen Firmamente ein unansehnliches weißes, mit schwarzen Punkten versehenes längliches Wölkchen hervor, mit einer Spitze gegen Nordosten, mit der entgegengesetzten gegen Südwesten gewendet. — Etwa gegen $^1/_2$5 Uhr erzitterte die Gegend durch einen auffallenden donnerähnlichen Schall, gleich dem Knalle eines abgeschossenen schweren Geschützes mit wiedergegebenem Echo.“ Das Waldbereiter-Amtsgebäude (in dem die Herren standen) liegt im Mittelpunkt des Ortes Nagy Berezna mit nördlicher Front. Worauf „ich durch den Schall noch mehr aufmerksam gemacht, meinen Blick nach aufwärts wandte und das Phänomen aufmerksam verfolgte. Aus der kleinen Wolke hatte sich offenbar der

furchtbare Knall entladen. Nach demselben krachte es fort in minder heftigen Schallen, gleich dem Kleingewehrfeuer, respective Pelotonfeuer eines Militär-Mannschaftszuges, oder Sieden von Wasser. Man verspürte nun einen starken Schwefelgeruch und sah wie sich kleine und größere Rauchstreifen aus der kleinen Wolke mit Aufleuchten und Blitzesschnelle entlösten und in nordöstlicher Richtung, in beiläufiger Entfernung von 3—4 Meilen (dies ist wohl erst später zugefügt) niederflogen. Das Aufleuchten war ähnlich einem schwachen Blitze mit röthlichem Lichte. Von einer feurigen Kugel oder sonst einer anderen größere Dimensionen annehmenden Lichterscheinung habe ich gar nichts bemerkt. — Das Ereigniß endete nach 3 Minuten langer Dauer.

Nagy Berezna, 31. August 1866.

Raimund Brattusiewicz m/p.,
k. k. Assistent.

5. Beobachtung des k. k. Steueramts-Dieners Joseph Weigel, von Nagy Berezna aus.

Ich stand unweit der im Gespräche begriffenen (oben genannten) Herren, und bemerkte von da aus eine längliche Wolke, welche weiß mit dunkeln Flecken war, als plötzlich ein donnerähnlicher Krach gleich dem Schusse aus einem schweren Geschütze die Gegend erzittern machte, gleichzeitig dem durch das Echo wiedergegebenen Schalle leuchtete es röthlich auf, und kleine mindere „Kracher" entluden sich aus der Wolke, welche Knalle ein Getöse veranlaßten gleich dem Sieden des Wassers oder auch Zusammenschlagen von Steinen; gleichzeitig sah man kleine Rauchstreifen, mitunter auch größere aus der Wolke entfliegen, welche in einer Richtung nach Nordosten auf eine Entfernung von 3 Meilen (dies aus späteren Nachrichten) niederschlugen. — Dauer 3 Minuten. — Am Schlusse Schwefelgeruch.

Schließlich muß ich noch bemerken, daß ich die kleine Wolke, aus welcher die Explosion geschah, noch vor derselben sah, und auch den Herrn Steueramts-Assistenten Brattusiewicz auf dieselbe aufmerksam machte.

Nagy Berezna, am 31. August 1866.

Joseph Weigel m/p.,
k. k. Steueramts-Diener.

6. Herr k. k. Waldbereiter Anton Pokorny selbst ergänzt noch die Angaben aus Nagy Berezna durch seine eigenen Wahrnehmungen.

Durch Unwohlsein an dem Tage der Erscheinung auf sein Zimmer beschränkt, dessen Fenster die Aussicht gegen Nordwest haben, stellt er den „Knall einem starken Kanonenschusse gleich, daß darüber die Fenster meines gemauerten Quartiers erklirrten“, und gibt an, „daß das darauffolgende Rollen ihm vorkam, als wenn mehrere Lastwagen mit eisernen Achsen auf einem mit Stein gepflasterten Wege in Eile vor den Fenstern vorbeigefahren wären“.

4. Mittheilungen von Herrn Wenzel Negedlo.

Zu besonderem Danke bin ich Herrn k. k. Waldaufseher Wenzel Negedlo verpflichtet, für eine ansehnliche Reihe von Aussagen von Personen aus O'Sztusicsa (NO. von K.), Knyahinya, Sztricsava (SW. von K.), Domasina (SO. von K.) und Ulics (W. v. K.), welche derselbe aus freiem Antriebe aufgesammelt, und in der Gestalt von Protokollen verzeichnet hatte.

Ihrer größeren Anzahl wegen glaube ich, dieselben hier nicht in ihrer vollen Ausführlichkeit wiedergeben zu dürfen, da sie doch im Ganzen dasjenige bestätigen, was bereits vorgelegt worden ist, obwohl sie namentlich in ethnographischer Beziehung so manche Eigenthümlichkeit darstellen. Indessen darf ich doch nicht verfehlen in einem möglichst kurzen Auszuge, die Mannigfaltigkeit derselben vorzuführen, und den etwa eigenthümlichen Angaben Rechnung zu tragen. Manche der letzteren haben gewiß für die Beurtheilung als individuelle Angaben nicht wenig Werth, wogegen man denselben einen solchen nicht zugestehen dürfte, wenn man dieselben unter der Autorität von „Man“ „man hat beobachtet u. s. w.“ gewissermaßen als eine bereits controllirte und bewiesene Thatsache aufnähme. Sie sind eben Darlegungen von Erscheinungen je nach dem Standpunkte, der Sinnenschärfe und Aufmerksamkeit des Beobachters.

1. Aus Sztricsava. Kurtyak Mihaylo, 35 Jahre alt, verheiratet, Vater von zwei Kindern, Besitzer einer halber Session. Mit diesem Zeugen war das oben Nr. 2 gegebene Protokoll von Herrn k. k. Waldbereiter aufgenommen worden.

Den Schall hörte Kurtyak von oberhalb des Felsens Sztyinszka aus NNO. Er selbst und sein Hornvieh blieben erschreckt stehen. Das

Rollen schloß sich an. Erst 3 bis 4 Minuten nach dem Knalle fielen die Steine zur Erde. Derselbe Kurtyak gibt an, eben so wie seine Frau Fena Kurtyak, daß die Steine mit Rauch herabgefallen sind. Letztere sah in geringer Entfernung, auf 20 Schritte geschätzt, zwei bedeutendere Steine herabfallen, den einen in eine Hagebutten-Umzäunung des Hausgartens, den andern neben den Stallgebäuden in die Erde, doch wurde keiner derselben aufgefunden.

2. Aus Sztricsava. Zar Anna. Ist verheiratet an Zar Vasyl, und Mutter eines Kindes. Arbeitete auf dem Felde. Stand regungslos vor Schreck nach dem ober dem Felsen Sztyinszka gehörten Schlage. 3—4 Minuten nach demselben fielen um sie herum in einer Entfernung von 3 — 4 Schritten vier Stücke Steine herab. Am vierten Tage wurden drei derselben gefunden, jeder über ein Pfund schwer. Den vierten fand man nicht.

3. Aus Sztricsava. Kopinka Jurko. Ist 50 Jahre alt, verheiratet, Vater von vier Kindern, ein Achtel Ansässigkeit. Der Fels Sztyinszka ist etwa 1000 Klafter lang; an denselben schließt sich gegen Sonnenaufgang eine 4 bis 5 Joch große Wiese „Maykovay“ und noch eine Viertelstunde jenseits derselben die Wiese „Mlaka“, diese bereits im O Sztusicsaer Hotter, im Besitze der k. k. Cameral-Herrschaft und gegenwärtig verpachtet. Dies ist die Gegend und Richtung, aus welcher ihm der Hauptknall zu kommen schien. (Dort wurde später der größte Stein von etwa 550 Pfund Gewicht gefunden, worüber etwas später der ausführlichere Bericht des Herrn k. k. Forstcandidaten A. Pukáts folgt.) Kopinka sah nach dem Knalle die kleine Wolke, bereits oval, einem großen Rade vergleichbar. Sie zeigte Strahlen von dunkler grünlicher Farbe, und verschwand langsam nach einer Viertelstunde. Nach dem Schlage begann das Rauschen oder Rollen, nach 4 Minuten fielen die Steine, das Rollen war noch 10 Minuten lang gut hörbar gegen Westen, von Nordost begonnen. Kopinka stand auf einer Anhöhe in der Waldgegend Sucho südwestlich von Sztricsava. Einen vor ihm gefallenen dreieckigen Stein, von etwa 3 bis 4 Loth Gewicht, hob er erst nach zwei Stunden auf, und legte ihn an einem Zaume nieder, von welchem er ihn später wieder aufnahm, um ihn dem später in seinen Beruf anwesenden Herrn Waldaufseher Negedlo zu übergeben.

4. Aus Sztricsava. Zipper Petro, Karaman Vasyl. Jeder derselben 35 Jahre alt, verheiratet, beide Familienväter.

Knall wie aus einer Kanone, ober dem Felsen Sztyinszka Wolke mit dem Rauche nach einer Viertelstunde vergangen. Kinder hielten Hornvieh auf der Weide, die Kinder waren sehr erschreckt, das Hornvieh zog sich mit größter Schnelligkeit in den Wald.

5. Dieselben, ferner Zar Petro und Mohnar Feodor bestätigen daß die Fenster in den Häusern geklirrt haben.

6. Aus Sztricsava. Karaman Jurko und Genossen. Derselbe, eben so Zar Jurko, Ziper Petro, Mohnar Jurko, Pyskorjat Petro, alle fünf verheiratet, Familienväter, Sessionsbesitzer: Knall von ober Sztyinszka hörbar, Wolke und Rollen langsam gegen West verzogen, die Meteorsteine 3 bis 4 Minuten nach dem Schusse oder Knalle zur Erde gefallen.

7. Aus Sztricsava. Zar Jurko Ortsrichter, Mateyka Miháylo Geschworner. Am 10. Juni wurde unter einem Apfelbaum in dem Garten des Grundwirthes Petrik Vasyl ein Stein von etwa $3\frac{1}{2}$ Pfund im Gewichte gefunden, von dem Ortsrichter selbst. Der Stein hatte durch die Äste ein gerades Loch geschlagen, welches mehr als 3 Wochen sichtbar war, gegen zehn Äste, bis zu einem halben Zoll Durchmesser wurden abgeschlagen, ein Ästchen sah Herr Negedlo noch am 2. September am Baume hängend.

Der Ortsrichter hob den Stein, der in einem kleinen Graben lag auf. Er hatte keine Vertiefung in die Erde hervorgebracht.

Ein Israelit Itezko Mittelmann nahm den Stein mit nach Hause, zerschlug ihn auf zwei Theile; er behielt die eine Hälfte für sich, die andere wurde von den Findern nach Nagy Berezna gebracht. Auch die Frau Petrik Jula war gegenwärtig.

Bei Petrik Vasyl ist vor seiner Wohnung ein Stein von beiläufig 5 Loth auf ein Leintuch gefallen.

8. Aus Sztricsava. Mohnar Mihaylo, Dorfhirt, 24 Jahre alt, ledig, fand am vierten oder fünften Tage nach dem Schusse mit mehreren Kameraden ober der Gemeinde Sztricsava einen runden Meteorstein von gegen 20 Pfund in einem Graben. Sie zerschlugen ihn, und warfen die Stücke umher. Später wurden diese von Israeliten aufgesammelt und weggebracht.

9. Zar Jurko, Mateyka Mihaylo, Karaman Jurko Grundwirthe. Diese öfters Genannten bestätigen, daß die Bewohner sehr erschreckt waren, und sich fürchteten, die Steine sogleich zu berühren, was erst nach 2 bis 3 Stunden geschah. Man nannte sie Hagelsteine,

in slavischem Ausdrucke *Hromowy Kamen* und glaubte zum Theil sie seien durch Hagel vom Sztyinszkafels abgeschlagen worden.

Sztricsava, am 2. September 1866

für die Genannten, Namensfertiger

Negedlo Wenzl m/p.,

k. k. Waldaufseher und Zeuge der Aussagen.

10. Aus Knyahinya. Frau Barbara Mustyanovic. Die Angabe der genannten Frau, gr. n. u. Pfarrerswittwe, übereinstimmend im Ganzen, besagt noch, daß man deutlich beim Herabfallen der Steine höhere und tiefere Töne unterscheiden konnte, daß aber die ganze Erscheinung ein wahrhaft furchtbares Ereigniß genannt werden muß, von welchem man sich kaum einen Begriff machen kann.

11. Aus Knyahinya. Kalin Ivan. Derselbe ist 44 Jahre alt, verheiratet, Vater von drei Kindern. Hörte den Schall, wie von einer Kanone, wie von oberhalb des Felsens Sztyinszka. Ein langer Strahl von grauem Rauche zog sich gegen Westen, verschwand in einer Viertelstunde.

12. Aus dem Zempliner Comitate, Ulicser Gemeinde. Karaman Sztanko, Dutka Mihaylo, Okal Olsa, sämmtlich gegen 50 Jahre alt, verheiratet, Familienväter. Sie haben sämmtlich den Schuß gehört und nach demselben auch das Rollen gehört, so wie einen rothen Strom mit einer grauen Wolke gesehen, welche sich ober Sztricsava, von Nordost gegen Westen gezogen. Der Strom war deutlich roth, eine kleine graue Wolke blieb zurück im Nordost und verschwand nach einer Viertelstunde gänzlich. Die Leute gebrauchten für die Bewegung den Ausdruck: der rothe Strom habe sich wie eine Peitsche fortgezogen. Auch hörten sie in der Richtung oberhalb Sztricsava Rollen, auch höhere und tiefere Töne, „mit feinem und tiefstimmigem Tone". Auch war noch Sokolicsak Ivan aus der Gemeinde Ticha, Unghvárer Comitat als Zeuge bei der Aufnahme des Herrn W. Negedlo am 30. August gegenwärtig.

13. Aus Domasina, SO. von Knyahinya. Kicsak Petro, 50 Jahre alt, Leczo Ivan 45 Jahre alt, Prislupsky Ivan 50 Jahre alt, sämmtlich Familienväter und Grundwirthe, arbeiteten auf dem Felde. Bei heiterem Himmel über dem Felsen Sztyinszka ein Knall wie aus einem gut geladenen Gewehr, Rauch entstand, der sich von NO. gegen W. zog, in einer Viertelstunde war nichts mehr sichtbar.

Alles erschrak, die Kinder fürchten sich bis jetzt wenn es anfängt zu donnern. Kuzma Karl, Geschworner, vergleicht den Schall mit einem starken Kanonenschusse, es erschien ihm als ob die Erde gezittert, doch gibt er dies nicht bestimmt an, da er selbst so sehr erschrak, daß er noch eine Stunde lang nichts arbeiten konnte. Am 2. September von Herrn W. Negedlo aufgezeichnete Aussagen.

14. Eine der Mittheilungen des Herrn W. Negedlo erheischt aber noch besonders erwähnt zu werden, nämlich seine eigene, wenn sie auch auf den nämlichen Standpunkt sich bezieht, wie diejenige, welche oben von Herrn Anton Pukáts aufgeführt wurde. Aber sie gewinnt eben dadurch wieder an Gewicht. Beide Herren waren nämlich im Forstdienste dort mit einer Anzahl von Aufsehern und Arbeitern im Ganzen 7—8 Personen gegenwärtig. Der Schall wird von Herrn Negedlo verglichen mit dem Knall einer Sechspfünder-Kanone. Er unterschied einen ersten kleinen und unmittelbar darauf den großen starken Knall, worauf alsbald ein tiefstimmiges Kollern begann, welches gegen zehn Minuten von NO. gegen W. zog, aber bis zum Ende gut hörbar blieb. Plötzlich rief einer der Leute: Herr, sehen Sie die Wolke? Alles betrachtete nun die nordöstliche Himmelsgegend, in welcher die Wolke in der Größe „eines Faßes“ sichtbar war, und zwar von blaulichgrüner Farbe. Nach ein Paar Minuten hatte sich die Wolke auseinandergezogen, nach einer Viertelstunde war der Himmel wieder rein und klar wie zuvor.

Sogleich nach dem Schlage hatte Herr Negedlo den Herrn Forstcandidaten A. Pukáts ersucht, die Taschenuhr zu vergleichen, und dieser antwortete: „Es fehlen noch 4 Minuten von 5 Uhr“.

Herr Negedlo war wenige Tage darnach von Herrn k. k. Waldbereiter A. Pokorny nach Knyahinya und Sztricsava gesandt worden, aber brachte nur die Aussage der Bewohner mit zurück, daß Steine an jenem 9. Juni vom Himmel gefallen seien, ohne fernere Berichterstattung.

5. Bericht über die Aufsammlung der Steine.

Herr Negedlo gibt sodann eine anziehende Schilderung der Vorgänge, wie nach und nach die Aufmerksamkeit mehr auf die Meteorsteine geleitet wurde. Am 21. Juni war ein Herr Egger aus Pesth bei Herrn Negedlo gewesen, um sich über dieselben zu erkundigen, und sodann nach acht Tagen noch einmal, bei welcher

Zeit Herr Negedlo bereits um kleine Entschädigungen an die zwanzig Stücke aufgesammelt, im Gewicht zwischen 1 und 16 Loth, wovon zwölf Stücke, im Gesammtgewicht von etwa 3 Pfund von Herrn Egger erworben wurden. Außer diesen noch zwei Stücke, zusammen etwa 1 Pfund erhielt Herr Prof. v. Duma in Unghvár, $4^1/_2$ Pfund Herr Waldbereiter Pokorny, 12 Pfund in verschiedener Größe Herr Civil-Ingenieur Franz Kistler in Unghvár.

Am Schlusse seiner freundlichen Mittheilung vom 4. September hatte Herr Negedlo noch 64 Stücke, zusammen von 71 Pfund, im Gewichte zwischen $2^1/_2$ Pfund und 1 Loth in seinem Besitze.

In einem späteren Zeitabschnitte erst wurden die zwei größten Meteoriten aufgefunden, einer von 550 Pfund, einer von $73^1/_2$ Pfund Gewicht.

Bis zum 4. September hatte Herr Negedlo bereits viele Gänge über den Bezirk von Knyahinya und von Sztricsava unternommen, auch in Begleitung mehrerer der Bewohner, aber selbst nicht mehr als vier Meteorsteine gefunden, von welchen einer, etwa 1 Loth schwer, vier Zoll tief in die Ackererde eingedrungen war, die anderen aber ganz oberflächlich auf Ackerfeld lagen. Selbst 1- bis 2pfündige Steine fand man auf der Oberfläche liegen, da der Grund durch lange anhaltende Dürre sehr fest war. Ein $73^1/_2$ Pfund schwerer Stein war nur zwei Fuß tief eingedrungen, auf nur 100 Schritt (40 Klafter) Entfernung von dem größten bisher aufgefundenen Steine von einem Gewichte von 550 Pfund. In Bezug auf diesen schließe ich hier am zweckmäßigsten den Bericht über die von Herrn k. k. Forstcandidaten A. Pukáts ausgeführte Ausgrabung desselben an, welchen ich ihm verdanke, in derselben Mittheilung vom 22. August, aus welcher ich bereits die an der Spitze der Beobachtungen gestellten Wahrnehmungen verzeichnete.

6. Bericht über die Ausgrabung des großen Steines. Von A. Pukáts.

Schon in den ersten Tagen nach dem Falle hatten die Herren k. k. Waldbereiter Pokorny und Herr k. k. Forstcandidat A. Pukáts die Gegend von Knyahinya besucht. Man brachte ihnen mehrere der gefallenen Steine und berichtete über das Ereigniß, so wie es im Vorhergehenden protokollarisch dargestellt ist. Erst nach drei Wochen wurde von einem Loche Meldung gemacht, das sich auf

einer Wiese, genannt Cserne Mlaki, auf dem Sztusicsaer Hotter befand, in der Gegend *B* auf Fig. 1 und 2.

Auf der Ansicht Fig. 2 ist diese Wiese von dem vorliegenden Javornik-Berg bedeckt, und daher nicht sichtbar. Sie schließt sich an den jenseitigen Bergrücken rechts an den Sztyinszka-Felsen in dem weiteren Verlaufe desselben an.

Fig. 5

Es ließ sich wohl vermuthen, daß diese Grube durch einen größeren Meteorstein verursacht worden sei. „Von Herrn Waldbereiter ausgesendet, „sagt Herr Pukáts,“ machte ich mich eines Tages um 3 Uhr Früh auf, um den Stein zu heben. Beim Anlangen auf der Wiese erblickte ich ein etwa 4 Fuß breites und 4½ Fuß tiefes Loch mit aufgeworfenen, umgestülpten Rändern, wie bei einem durch einen elektrischen Funken durchgeschlagenen Kartenblatte. Rasenstücke lagen bis dreißig Klafter vom Loch entfernt umhergeschleudert. Ohne Zweifel ag dort ein Stein, aber wie tief? Mit nur sehr wenig Werkzeugen suchte ich zuerst durch Einschlagen eines Pflockes die Tiefe zu ergründen. Nach dem ersten Einschlagen ließ ich um den Pflock herum die Erde weggraben und denselben sodann tiefer einschlagen, was auch in dem zerbröckelten Karpathen-Sandsteingebilde nicht schwer war. Aber immer noch kein fester Grund. Ein solcher wurde erst erreicht als ich den Pflock in der Richtung γ einschlagen ließ. Erst jetzt stießen wir auf etwas festes, aber ein abgebrochenes Stück (α), welches ich für einen Theil des Ganzen ansprach, und daher weiter graben ließ, bis wir den großen Stein β gefunden hatten. Er lag über 11 Fuß tief in dem Boden, und war in zwei Theile zerspalten. Da jeder Theil mehr als dritthalb Centner wiegt, so gelang es nur mit großer Anstrengung und mit eingelegten Treppenvorrichtungen, da nur Ein Mann mit voller Gewalt angreifen konnte,“ und endlich Herr Pukáts selbst Hand anlegte „dieselben herauszuwälzen. Der Grund; auf dem der Stein lag, war steinhart zusammengedrückt.“

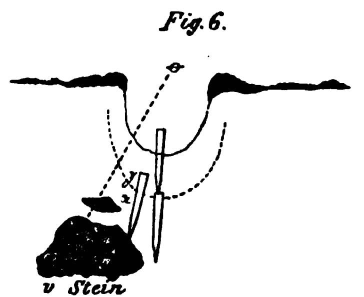


Fig. 6.

Den in Fig. 5 und 6 gegebenen Skizzen entsprechend wäre die Richtung, nach welcher der Stein in den Boden drang, etwa von N31°O gegen S31°W., bei einer Zenithdistanz von etwa 27°.

Aus Herrn Negedlo's Berichten muß ich in Bezug auf den großen Stein noch beifügen, daß derselbe am 27. Juli von zwei Bauern begleitet, die Gegend auf der Wiese Mlaka aufsuchte, wo derselbe gefallen war, um den Grund nach sorgfältig nach etwa abgetrennten Bruchstücken zu untersuchen. In der That fand er eine Anzahl kleiner flacher Meteorsteinsplitter. Auf dem festen Boden des Loches selbst fand er vier größere Splitter die flach waren und über ein Pfund wogen, dann seitwärts noch ein Stück anderthalb Pfund schwer.

7. Mittheilungen des Herrn A. Pukáts.

Herr A. Pukáts hatte im Verlaufe seiner Arbeiten ebenfalls vielfach, von mir auch noch besonders dazu ersucht, Fragen an die Bewohner gestellt, unter andern namentlich auch in Bezug auf die Temperatur der Steine möglichst gleich nach dem Herabfallen. Eine der Mittheilungen ist zu charakteristisch in mehrerer Beziehung als daß ich sie nicht hier vorlegen sollte.

1. „Mochnaly Jurko", fragt Herr Pukáts, sagt mir, „habt Ihr gesehen wie nach dem Knalle ein Stein gefallen ist?"

Antw. Wir waren, guter Herr, damals viele dabei zugegen. Als der Stein gefallen ist, sagte mein Weib: Schau nur, schau jetzt ist ein Stein gefallen! Eh! Laß Ruh, sagte ich, es ist Gottes Macht, und es ist Sünde einen solchen Stein aufzuheben, denn ich war sehr erschrocken!

Fr. Aber Ihr habt ihn doch aufgehoben! War er heiß?

Antw. Ja, Herr, ich habe ihn aufgehoben, aber er war nicht heiß, blos gewöhnlich warm, wie von der Sonne erwärmt.

Der Stein hatte etwa die Größe eines Hühnereies."

Ich muß hier bemerken, daß zwar eine große Scheu, selbst Furcht sich unter der Bevölkerung bemerkbar machte, daß aber wie hier die Gattin sich fast unternehmender zeigte, als ihr Ehegenosse, so auch mehrfach früher von Frauen und Kindern die Rede war. Davon aber war keine Rede, daß wie ich in einem Berichte las „Weiber und Kinder erschreckt zu Boden stürzten und zitternd den Weltuntergang erwarteten". Das ist einfach eine Fabel. Ich habe in

einem Schreiben an den Regalienpächter Ignaz Feuermann, welches auch Herrn k. k. Waldbereiter Pokorny vorgelegt worden ist, die unmittelbare Frage gestellt, ob auch nur Ein Beispiel eines solchen „zu Boden Stürzens“ namentlich aufgeführt werden könne, und es ist mir eine solche Thatsache nicht bestätigt worden. Wozu aber Berichte über wahre wundervolle Naturerscheinungen mit Fabeln ausschmücken wollen!?

2. Petrik Vasyl. Ich übergehe hier noch viele einzelne Angaben, welche nur das im Vorhergehenden Enthaltene bestätigen, doch kann ich noch beifügen, daß der bei Petrik Vasyl auf ein Tuch gefallene Stein etwa die Größe einer Pflaume hatte und keine Spur von Versengungen oder Verbrennen zu bemerken war.

3. Herr Pukáts kommt noch einmal auf die Intensität des Hauptschalles zu sprechen und gibt an, daß er ihm keinen so ungewöhnlichen Eindruck gemacht, auch mehrere Zeugen sprachen wie von einem Flintenschuß, und doch schien es, als hätte die Erde gezittert, und man hat die Fenster klirren gehört. „Aber es war auch ein ganz eigenthümlich scharfer Knall anzuhören, und weithin hörbar“.

4. Gemeinde Zboy. Von Beobachtungen des Falles aus nächster Nähe gehört hieher noch die von Herrn Pukáts freundlichst mitgetheilte Thatsache, daß von der Gemeinde Zboy aus, eine Meile nordnordwestlich von Knyahinya, der fürstlich Lobkowitz'sche Förster Herr Weisz nur einen Rauchstreifen gesehen hat. Auch der griechisch-katholische Pfarrer Herr Balogh, und der k. k. Kataster-Geometer Herr Kali hatten den Knall gehört, niemand aber einen Feuerstreifen gesehen.

8. Vertheilung der gefallenen Steine auf der Oberfläche.

Es schließt sich hier wohl am besten an, der Nachweisung zu gedenken über die Lage der größeren der in der Umgebung gefundenen Steine, theils nach den Angaben des Herrn Pukáts, theils und vorzüglich nach dem Plane des Herrn Negedlo. Aus dem letztern in einem größeren Maßstabe entworfenen habe ich dieselben in den mir freundlichst von ersterem mitgetheilten Plan Fig. 1 (Seite 6) übertragen. Die Fallpunkte der Steine sind durch kleine Quadrate bezeichnet, und unter denselben das Pfundgewicht der Steine angegeben. Westlich von der Mühle am Sztricsava-Bache, auf einer

Wiese gegen den Hügel Horbek soll ein ansehnlicher Stein gefallen sein, den man indessen ungeachtet vielfältiger Nachsuchungen nicht auffinden konnte.

9. Bericht des Herrn Dr. v. Zsiro an Herrn Tavernicus Baron v. Sennyey.

Es wurde bereits in meiner ersten Mittheilung am 12. Juli der Thatsache gedacht, daß auf Veranlassung des Herrn Tavernicus Baron v. Sennyey, von Herrn Comitats-Oberarzt Dr. v. Zsiro Erhebungen gepflogen wurden. Ein Bericht ist seitdem entsprechend abgesandt worden. Diesem kann ich nun, aus der von Herrn Prof. Bernáth gütigst besorgten Übersetzung noch einige ergänzende Angaben entnehmen. Die Erscheinungen des Falles selbst sind dort allerdings summarisch gegeben, wenn man auch zur Erhebung eine Anzahl von sieben Bewohnern von Knyahinya, den Ortsrichter Zsilkonics Mihályló mit inbegriffen versammelte. Sie stimmen übrigens gut mit den einzelnen Aussagen, welche ich aber nach den freundlichen Mittheilungen der Herren Pokorny, Pukáts und Negedlo vorlegte.

Die Angabe, daß die entstandene Wolke die Größe eines Menschen hatte, dann daß sie acht Klafter lang und vier Klafter breit gewesen sei, kann wohl nicht einer Größenschätzung zu Grunde gelegt werden.

Auch die Stärke der Detonation ist wohl je nach Standpunkt und Individualität sehr verschieden beurtheilt worden, von einigen als ein allerdings scharfer Schuß, von anderen als wären hundert Kanonen zugleich abgefeuert worden. Nur die letzte Angabe war in dem Berichte aufgenommen worden.

Die Fläche, auf welche Meteorsteine fielen, wird mit ungefähr einer Länge von 1800 Klaftern, und Breite von 400 Klaftern abgeschätzt. Aus dem Plane Fig. 1, Seite 6, würde sie etwa zwei Meilen Länge und dreiviertel Meilen Breite betragen.

Der Bericht gibt werthvolle Nachweisungen über die Auffindung und damalige Vertheilung der gefallenen Steine.

Besitzer die Herrn	Gefunden von	Gewicht
Pfarrer Joseph Gerzanics,	Baran Jurko, Knyahinya,	2 Pfd.
Anton Pokorny,	Feuermann Ignaz, Knyah.,	9½ „
Dr. Lorenz Riczko, Unghvár,	Magd des Feuermann,	17 „

Ein Stein schlug das Dach des Stalles in der Pfarrei zu Knyahinya durch, und wurde auf dem Fußboden liegend gefunden, abgegeben in das Seminar zu Unghvár.	1/2 Pfd.
Ein Stein gefunden von Dahulics Ivan, dem Commissionsbericht beigelegt	5 1/2 „
8 Stücke, theils von Herrn Dr. v. Zsiro erworben, theils dem Bericht beigelegt	1 1/2 „
1 Stück Dr. L. Riczko, Unghvár ohne Gewichtsangabe. [1]	
1 „ Ingenieur Coloman Toth	4 „
4 Stücke Ingenieur Karl Wiedmann, 6 1/2, 2, 1 1/2, 1 Pfd. Unghvár	11 „
1 Stück Apotheker Ludwig Bene, Unghvár	1/2 „
1 „ A. Pukáts, N. B.	3/4 „
12 Stücke W. Negedlo, 12 St. N. B. zusammen	5 „
1 Stück Director Riedel, Remete	1/2 „
6 Stücke A. Pokorny, die 6 Stücke zusammen	13 1/2 „
1 Stück von 7 1/2 Pfund hatte Herr Pokorny an das k. k. Finanz-Ministerium nach Wien gesandt	7 1/2 „
2 Stücke Prof. Hazslinszky 1 Pfd., Hollender 27 Lth. Eperies	1 3/4 Pfd.
2 „ Ingen. F. Kistler Unghvár, 1 St. 12 Lth., 1 St. 13 Lth. und noch mehrere [2]	1 „
27 „ Herr Prof. Alexander Duma sammelte vom Volke 27 Stück, an die Ung. Akad. in Pest gesandt zusammen	28 „
72 Stücke	100 1/2 Pfd.

Herr Dr. v. Zsiro verzeichnet noch namentlich nach den Besitzern fünf kleine Stücke, und schätzt die damals gefundene Gesammtzahl der Stücke auf achtzig, das Gesammtgewicht auf anderthalb Centner.

Viele Stücke sind begreiflich nach verschiedenen Richtungen hin vertheilt worden.

---

1) Herr Dr. Lorenz Riczko übersandte später ein Stück von 1 1/8 Pfd. als freundliches Geschenk, nebst einem Berichte über den Fall an das k. k. Hof-Mineraliencabinet in Wien. Von einem in seinem Besitze nach früheren Angaben befindlichen Steine von angeblich 27 Pfund ist hier keine Rede mehr.

2) Nach verschiedenen Mittheilungen hatte Herr F. Kistler damals schon 1 Stück von 17 1/2 Loth an das k. k. Hof-Mineraliencabinet gesandt. (Sitzung d. kais. A. d. W. am 12. Juli), sodann auch (14 1/2 Loth) an die k. k. geologische Reichsanstalt und an Herrn Prof. Kriesch in Ofen (15 3/4 Loth).

10. Letzte Nachrichten über Anzahl und Grösse der Steine.

In neuester Zeit, mit Datum vom 24. September schätzt Herr W. Negedlo, folgende Ziffern:

1	Stück	550	Pfd.
1	„ mit je 73½, 30, 17, 14, 6 Pfd. zusammen	140½	„
20	„ zwischen 4 und 2 Pfd.	60	„
kleinere an die		100	„
		850½	Pfd.

Herr Negedlo selbst besaß an jenem Tage noch einen Rest von 33 Stück, zwischen 2½ und 1 Loth, zusammen gegen 16 Pfund. Er hatte mir freundlichst 9 kleine ganze Steine zusammen 10⅞ Loth, sowie 22 Bruchstücke gesandt, mit den vorigen zusammen 24⅛ Loth, unter diesen 16 Splitter, welche bei dem Falle des großen Steines von 550 Pfund abgestossen worden waren.

Recht sehr dankbar bin ich meinem hochverehrten Freunde, Herrn Director Hörnes welcher mir zur Ansicht eine Anzahl von 16 Stücken, Eigenthum des Herrn Samuel Egger (Antiquitäten-Handlung, Herrengasse Nr. 5) übersandte, mit folgendem Gewichte: je ein Exemplar zu 24 Pfd. 16 Lth., 15 Pfd. 21½ Lth., 9 Pfd. 19½ Lth., 5 Pfd. 3½ Lth., 4 Pfd. 5½ Lth., 1 Pfd. 22¾ Lth., 1 Pfd. 18 Lth., je zwei zu 14 Lth., je eines zu 9, 6½, 5¾, 4¾, 2½, 1¾, 1 Loth.

Das größte Stück ist halb von Bruchflächen begrenzt, die übrigen sind sämmtlich ursprünglich vollständig umrindete, sogenannte „ganze Steine", aber keiner davon ohne zahlreiche Beschädigungen durch abgesprengte Splitter, an den Kanten sowohl, als auch stellenweise auf den Seitenflächen.

Wirft man einen Blick auf diese verschiedenen Schätzungen zu verschiedener Zeit, und erwägt, daß so sehr viele Funde sich der Bekanntwerdung entziehen mußten, so darf man wohl in runden Zahlen den Fall von über Eintausend einzelnen Steinen mit einem Gesammtgewichte von acht bis zehn Centner annehmen. Derselbe verbreitete sich über einen länglich von Nordost gegen Südwest gestreckten Raum von etwa 8000 Klafter Länge, und einer Breite von etwa 3000 Klaftern.

II. Beschaffenheit der Steine.

Die Steine fielen alle einzeln herab. Es war nicht das Ganze Ein Stein, der etwa zersprang, und durch das Zerspringen Veranlassung zu der Knallerscheinung gab, sondern jeder der Steine fiel einzeln. Vor dem Eintritte in den Raum der Atmosphäre, waren sie freilich dicht auf einen Klumpen geschlossen, aber hier fanden sie Widerstand, das Kleine mehr als das Große, so wurden sie von einander getrennt. Zu allererst blieb das staubförmige als Nebelwolkenspur zurück. Jeder einzelne Stein von denen, welche herabfielen und aufgefunden wurden ist mit seiner Rinde rundum bekleidet, von den größten beginnend, bis zu dem oben erwähnten Exemplare von $^1/_8$ Loth (genauer gewogen 2·245 Gr.) Gewicht — welches von der sieben Jahre alten Maria Mohnar aus Sztricsava gefunden wurde, und das ich Herrn Negedlo verdanke. Aber sie sind sämmtlich beschädigt. Es ist wohl ganz natürlich daran zu denken, daß diese Beschädigungen während des zweiten Theiles der Schallerscheinungen, nach dem ersten Schlage also, in welchem das Vacuum sich bei der Verlangsamung der früheren — im Raume planetaren — Geschwindigkeit schloß, und die Steine vielfach aneinander stießen. Jeder Stein für sich muß durch das entgegenstehende Hinderniß der Atmosphäre entsprechend seiner Gestalt eine rotirende Bewegung annehmen, deren Axe die Richtung des Falles ist. Unter den Stücken, welche ich Herrn Negedlo verdanke, befindet sich eines von nur $2^1/_8$ Loth, welches dennoch als Beweis dienen kann, daß es seinen ganzen Weg vollständig unbeirrt und unabhängig durchgeführt. Es muß um die Axe *CC'* rotirt haben, *C* immer voran im Raume. Die Kanten von *A* bis *B* herum sind die schärfsten, die Linien *AA'*, *BB'* gehen durch den Schwerpunkt der voran im Raume sich bewegen muß. Der Querschnitt senkrecht auf *CC'* ist scharf dreiseitig. Vom Mittelpunkte *C* ausgehend sieht man zarte Linien auf der Oberfläche



gegen den Rand *AB* auslaufend, an den Kanten bei den Punkten *A* und *B* zeigen sich deutlich ausgesprochene, rückwärts gestülpte

Schmelzrindengrate, ähnlich wie ich sie für Stannern beschrieb [1]), nur weniger auffallend hier, wo die Rindensubstanz so viel weniger leichtflüssig ist. Die Rückenfläche weniger glänzend überrindet, außer stellenweise, wo man kleine Schmelzbruchstücke wahrzunehmen versucht wäre, wie dies namentlich in der zweiten der obigen Mittheilungen nachgewiesen wurde.

Auch bei einem der größeren Stücke von 1 Pfund 18 Loth, im k. k. Hof-Mineraliencabinet sind Orientirungsspuren vorhanden.

12. Der große Stein.

Merkwürdig aber vor allen anderen Stücken ist das gewaltige von dem Gewichte, wie es sich jetzt zeigt von nahezu sechs Centner, welches von Herrn Pukáts ausgegraben wurde, worüber er einen so anziehenden, lehrreichen Bericht erstattete.

Das Stück ist nun, aus vier Bruchstücken bestehend, im k. k. Hof-Mineraliencabinete zusammengestellt. Herr Director Dr. M. Hörnes hatte in der heutigen Sitzung Abbildungen desselben zur Ansicht vorgelegt, sowohl in natürlicher Größe, als auch auf Ein Drittel derselben verkleinert, so wie sie dem gegenwärtigen Berichte, der Aufstellung entsprechend, in Taf. I von der Vorderseite, und in Taf. II von der Rückseite, beigelegt sind:

Folgende Maaßen wurden abgenommen: Länge 2 Fuß 4 1/4 Zoll, Breite 1 Fuß 4 Zoll, Dicke 1 Fuß 6 Zoll.

Herr Director Hörnes gibt ebenfalls folgende Gewichte, und zwar abgenommen in Zollpfund zu 30 Zollloth:

	Zoll-Pfund	Kilogrammen
1. Größeres Stück, rechte Seite der Vorder-Ansicht	283 Pfd. 20 Lth.	141·833
2. Kleineres Stück, linke Seite .	271 „ 5 „	135·583
3. Ein kleines losgebrochenes Stück	4 „ 21 „	2·350
	559 Pfd. 16 Lth.	279·766

[1]) Eine Leitform der Meteoriten. Sitzung am 19. April 1860. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. mathem.-naturw. Cl. Bd. XL. S. 525. — Stannern. Ein zweiter Meteorstein, durch seine Rinde genau in seiner kosmischen Bahn orientirt. Sitzung am 22. Mai 1862. Sitzungsb. Bd. XLV. S. 791.

Diese drei Stücke enthielt die von Herrn k. k. Waldbereiter Anton Pokorny von Nagy Berezna an das k. k. Hof-Mineraliencabinet geleitete Sendung.

Ausserdem fand sich noch ein Stein vor, im Zollgewichte von 27 Pfd. 13 Lth., 13K716, welcher oben in dem Verzeichnisse der in dem Besitz des Herrn Samuel Egger mit 24½ Pfd. Wiener Gewicht angegeben ist, und welcher ganz fest an den größeren rechtsseitigen der beiden großen Steine anschließt. Das gefundene Gesammtgewicht ist demnach 586 Pfd. 29 Lth., 293K482.

An der Trennung der größeren Stücke ist leicht ersichtlich, daß viele Splitter abgesprengt wurden, welche nun fehlen. Auch fand in der That, (s. Seite 495), Herr Negedlo noch vier größere Splitter, jeden über Ein Pfund schwer und einen bis anderthalb Pfund schweren Stein in der Ausgrabung, so daß das Gewicht des Ganzen sehr nahe sechs Zollcentner oder 300 Kilogramm erreicht.

Man kann unmöglich daran zweifeln, daß der Meteorit ganz war, nur Ein Stück, als er an der Oberfläche der Erde anlangte, auch daß er ganz blieb, bis kurz vor der Tiefe von Eilf Fuß zu welcher er niedergedrungen war, wo der zusammengepreßte Grund einem weiterén Vordringen ein Ziel setzte. Kurz vorher mußte das Stück von 27 Pfund an dem einen Ende der länglichen Masse abgebrochen, abgesprengt worden sein. Es ist ohne Zweifel dasselbe, welches sich zuerst Herrn Pukáts verrieth, und das auch in seiner Skizze (Fig. 6) gezeichnet ist. Nach dieser Abtrennung war für einen Augenblick die Spannung in der Längenrichtung des Steines vermindert, und die Spaltung des Steines fand Statt. Hier am Ende der Bewegung erst kann sie stattgefunden haben, und zwar auf Grundlage einer Rotationsbewegung, wie ähnliches Zerspringen mehrfach an Mühlsteinen im Gange vorgekommen ist. Man muß annehmen, daß der Meteorstein im strengsten Sinne des Wortes sich in den Grund eingebohrt hat. Als er mit seiner raschen Rotation an der Oberfläche der Wiese anlangte, zerriß er die Grasnarbe, streute Rasenstücke rund herum aus, warf die Erde bis auf 4½ Fuß Tiefe heraus, von welcher ein Theil am Rande der 4 Fuß im Durchmesser haltenden Grube als aufgeworfener Rand liegen blieb, wie dies Herr Pukáts so gut dargestellt hat.

Der Stein von 27 Pfund, und die von Herrn Negedlo aufgefundenen Splitter und Bruchstücke ergänzen sehr gut das Bild,

welches man sich von dem Vorgange zu entwerfen durch die übrigen Erscheinungen angezogen fühlt.

Die Zusammenstellung der Skizzen des großen Steines im kleinen Maaßstabe von $\frac{1}{12}$ der Natur wird eine gute Übersicht gewähren, so wie sie hier unter einander geordnet sind.

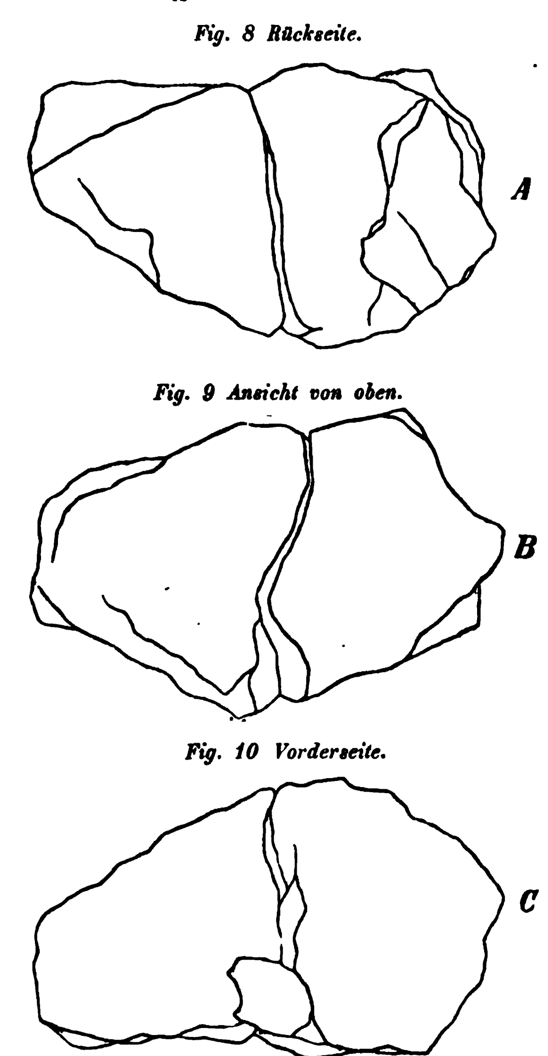


Fig. 8 Rückseite.

Fig. 9 Ansicht von oben.

Fig. 10 Vorderseite.

Nebst den beiden Bildern der Tafeln I, hier durch Fig. 10, und II, hier durch Fig. 8 ausgedrückt, ist auch die beide verbindende Ansicht von oben Fig. 9 gegeben. — Höchst characteristisch ist in dieser Übersicht die Lage der grossen Hauptbruchfläche. An der Rückwand Fig. 8 ist die Fläche nahe geradlinig begrenzt, und nur eine beiderseits nur wenig breite Kante, wohl in ganz kleinen Splittern abgequetscht. Diese Linie wirkte ohne Zweifel als Axe des Bruches. Gegen die Vorderseite Fig. 11 zu ist die Fläche mehr wellenförmig, krummlinig. Auch ist hier das kleinere (4 Pfd. 21 Lth.) Stück frei weggebrochen. Das größere abgetrennte (27 Pfd. 13 Lth.) Stück ist wie gegen die Bruchaxenlinie zu gewaltsam herausgerissen.

Der Stein ist im Ganzen überrindet, die Schmelzgrübchen ziemlich flach, übersteigen im Durchmesser einen halben Zoll nicht, doch schließen oft mehrere in wenig abweichender Lage in Gruppen aneinander, den früheren Begrenzungen des Steines entsprechend. Nur ganz wenige dringen hin und wieder etwas tiefer ein. Keine Spur von Rinde verräth sich auf den Bruchflächen, weder zwischen den beiden nahe gleich großen Hauptbruchstücken, noch auch zwischen dem einen derselben und dem 27-Pfundstücke. Letzteres reicht mit einem flach vorspringenden Theile in einen etwas vertieften des anliegenden Stückes, so daß es augenscheinlich mit Gewalt aus demselben herausgesprengt erscheint. Die Hauptbruchfläche zwischen den beiden nahe gleich großen Stücken, hat eine beinahe ebene Lage, entsprechend dem nahe gleichen Widerstande derselben gegen die zerreissende Kraft.

Was die Größe des ganzen Steines selbst betrifft, so wie er herabgefallen, so ist er der größte, der für unsere Meteoriten-Sammlungen in Besitz genommen worden ist. Und selbst die beiden Bruchstücke übertreffen noch weit die bekannten Exemplare anderer Steinfälle. Der Stein von Ensisheim (7. Nov. 1492) hatte allerdings ein Gewicht von 270 Pfund (127·270 K.), aber der größte noch übrige Rest, in der Kirche daselbst aufbewahrt, soll nur mehr 40—50 Kilogr. wiegen (Buchner, Meteoriten in Sammlungen S. 1, 70 Pfund nach Benzenberg, 100 Pfund nach Chladni (Über Feuer-Meteore S. 206). Alle anderen sind kleiner, Juvinas (15. Juni 1821), 110 Kilogr., davon 42 Kilogr. im Musée d'histoire naturelle in Paris, New Concord (1. Mai 1860), das größte Stück 103 Pfund in Marietta College, Ohio, Parnallee (28. Febr. 1857) das größte Stück 130 Pfund im Britischen Museum. Wohl hat uns noch der Bericht über eine größere Masse erreicht, welche nach Plutarch bei Aegospotamos im Thracischen Chersones (ungefähr 465 vor unserer Zeitrechnung) herabfiel, nach Plinius von der Größe einer Wagenlast — *magitudine vehis* (Chladni S. 176), aber es ist kein Stück davon in Sammlungen erhalten.

Viele weit größere Eisenmassen sind freilich vorhanden, und wohl bekannt, und von gleichem meteoritischem Ursprunge.

Diese Bemerkungen enthalten wohl das Wichtigste, was mir über den Knyahinya-Meteoritenfall, bezüglich der nächsten Umgegend aufzusammeln beschieden war.

13. Schlacken, fälschlich für Meteoriten gehalten.

Ein etwas fremdartiger Körper trat während der Zeit ebenfalls mit einigen Ansprüchen auf, welche sich aber später als unberechtigt erwiesen. Die Aufmerksamkeit der Bewohner war vielleicht noch niemals so sehr auf ihren eigenen Grund und Boden gespannt gewesen, als jetzt nach dem Meteoritenfalle. Man fand jetzt Schlackenstücke, und glaubte auch diese vom Himmel gefallen, aber an Stücken, welche mir sowohl Herr Pokorny als auch Herr Negedlo einsandten, bemerkte man, daß sie keinen Zusammenhang mit der Bildung der Schmelzrinde der Meteoriten haben konnten, sondern daß es einfache Schlacken waren, einige im Wasser geschiebeartig abgerollt, andere im Innern Holzkohlenstücke enthaltend, die untrüglichsten Beweise des früheren Waltens menschlicher Gewerbsthätigkeit.

II. Beobachtungen aus grösseren Entfernungen.

Hier liegt sehr mannigfaltiges Material vor, aus welchem ich das freundlichst Mitgetheilte doch in möglichster Kürze vorzulegen beabsichtige.

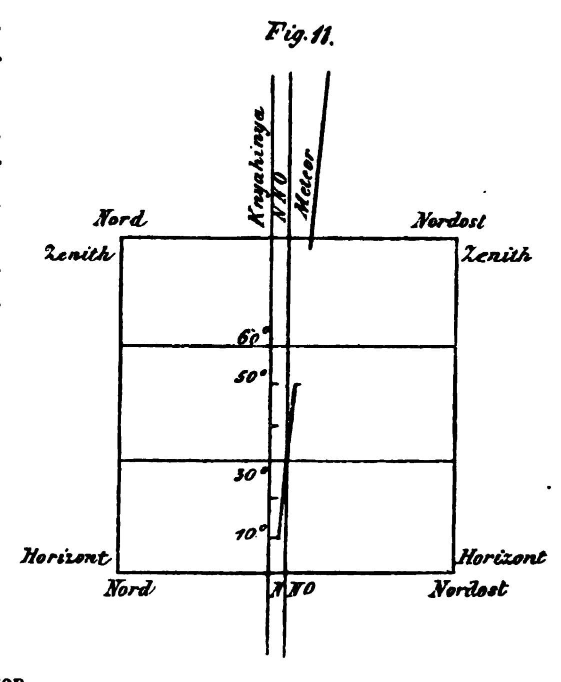
1. Unghvár, sechs Meilen südsüdwestlich von Knyahinya.

Hier muß ich zuvörderst noch Herrn Ingenieur Franz Kistler meinen besten Dank darbringen für seine wohlwollende Übersendung eines Exemplares von 14½ Loth für die k. k. geologische Reichsanstalt, nebst ausführlichem Berichte über die Vorgänge. Letzterer enthält das Wichtigste, wofür ich indessen im Vorhergehenden unmittelbar aufgesammelte Angaben werkstellig zu machen mich bestrebte.

Das Meteor war in Unghvár von Herrn Franz Kistler selbst gesehen worden, als eine rothglühend feurige Kugel, von der Größe wie Zweidrittel der Mondscheibe, nach sich einen Rauchstreifen hinterlassend, der sich binnen fünf Minuten allmälig verlor.

In einem Diagramm, Fig. 11, nach den Weltgegenden orientirt und hier auf die genaue geographische Lage von Knyahinya bezogen, gab Herr Kistler freundlichst auch graphisch die Richtung des Falles, aus etwa 50 Grad Höhe bis zu einiger Entfernung von der Erde, die in der Zeichnung ungefähr auf die Höhe von 10 Grad fällt.

Bei der Entfernung von Unghvár vom Fallorte Knyahinya von 6 Meilen, würde dies bei einer Zenithdistanz von 6° in einer auf die Gesichtslinie senkrechten Ebene einem Falle aus einer Höhe von 7·12 Meilen Anfangspunkt bis 1·58 Meilen von der Erde Endpunkt für den sichtbaren Lauf des Meteors entsprechen, und es ist dadurch für Eine Richtung ein Anhaltspunkt geboten.



Für die vollständige Bestimmung werden später die Berichte aus Gálszécs und Eperies leitende Betrachtungen gewähren. Ähnlich wie in Unghvár war die in Szürthe 2 Meilen SSW. von Unghvár, ebenfalls nach Mittheilung von Herrn Kistler.

Von den Schall-Erscheinungen in Unghvár ist in den letzten freundlichen Berichten nicht mehr die Rede. Es wird nur auf die frühere Angabe in dem Sitzungsberichte vom 12. Juli hingewiesen, daß man „bei Unghvár herum so wie in den benachbarten Comitaten beinahe zur selben Zeit ein ähnliches Getöse“ hörte, also in einer bereits sehr verallgemeinerten Weise, wo es immer wünschenswerth bleibt, eine wirkliche Beobachtung zu vernehmen.

2. Täuschungen in Bezug auf den Fall von Feuerkugeln.

An mehreren Orten, wo man das Meteor aus der Entfernung in der Gestalt einer Feuerkugel fallen sah, täuschte man sich hier, wie bei so vielen anderen Gelegenheiten, daß man glaubte der Fall sei ganz in der Nähe geschehen, hinter einem Gebäude, in einem Walde,

jenseits eines nahen Hügels und dergleichen, ja man suchte selbst, eine Zeit lang, wenn auch natürlich ohne Erfolg.

Ich glaube hier schon bei der ersten Beobachtung aus größerer Ferne, ein Wort über diese Täuschung sagen zu müssen, welche so vielfältig sich dargeboten hat. Man nahm an, es seien sehr viele Kugeln gefallen, die man aber nicht finden kann, und was sich schon in der ersten Mittheilung vom 12. Juli angedeutet fand, daß diese Kugeln von Knyahinya aus ausgestreut worden sein. Ja ein Bericht der mir vorlag behauptet sogar „wenn es wahr ist, daß in mehreren Comitaten zu derselben Zeit Meteoriten fielen, wie im Zempliner Comitat zu Hegyi, Eperies, Rakamaz so muß dies vor der großen Explosion statt gefunden haben.“

Nun sind aber in jenen Comitaten und Orten keine Meteorsteine gefallen, sondern man hat nur ein Meteor gesehen, und dieses Meteor war kein anderes als dasjenige, welches mit dem Steinfalle von O Sztusicza, Knyahinya und Sztricsava schloß. Man hat früher die Generalisirungen walten lassen, bevor man den eigentlichen Beobachtungen hinlänglich Rechnung getragen, und doch sind es am Ende immer nur diese letztern, welche allein als Grundlage zu sicheren Schlüssen dienen können.

3. Gálszécs, neun Meilen südwestlich von Knyahinya.

Bereits unter dem 19. Juni hatte Herr Baron Ludwig v. Fischer, k. k. Rittmeister in der Armee und Gutsbesitzer, an Herrn k. k. Ministerialrath Freiherrn v. Hingenau, damals noch in Přibram, Nachricht über die Erscheinung gegeben, eine Mittheilung welche Herr k. k. Bergrath Dr. Franz Ritter v. Hauer in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 24. Juni vorlegte. In Bezug auf einige nähere wünschenswerthe Auskünfte erhielt ich später noch freundlichst Nachricht sowohl von Herrn Baron v. Fischer als auch von Herrn Armin Thaiss, Apother in Gálszécs.

Herr A. Thaiss war mit sechs Männern in einem Weinberge nächst dem Orte beschäftigt, als sie plötzlich gegen fünf Uhr, hoch am Firmament eine Feuerkugel mit einem kleinen Schweif bemerkten, in ostnordöstlicher Richtung. Die Kugel kam von Ost und fiel etwas gegen Nord geneigt mit außerordentlicher Schnelligkeit. Als sich dieselbe der Erde näherte, wurde sie dunkler, und dem Auge nicht mehr

den war, aber beide fehlerhaft, denn die Richtung war genau östlich durch den Fall selbst beurkundet. Man würde nach den Angaben sehr weit irre gegangen sein, hätte man sie als Wegweiser benützen wollen. Aber dieser Mangel an Orientirung in den Weltgegenden ist ja bekannter Maaßen in tief continentalen Ländern eine sehr verbreitete Thatsache.

In Bezug auf die Verschiedenheit des Eindruckes möchte ich hier bemerken, daß dies wohl gar sehr von den Individualitäten der Beobachter abhängig ist, und daher wohl nicht jeder das ganz Gleiche gesehen haben muß — immer bleibt es Aufgabe den Eindruck unverkümmert zu verzeichnen. Die Form des brennenden Besens mit einem Stiele voran hat aber unter andern ein auffallend ähnliches Gegenstück in der Beobachtung des Lieutenants Aylesbury in Bezug auf den Fall von Quenggouk in Pegu, dessen Abbildung ich in meinem Bericht, am 5. December 1861 der hochgeehrten Classe vorzulegen die Ehre hatte [1]. Nur zog dort das Meteor nahe horizontal, hier fast senkrecht nieder.

Die Leute zu Terjekfalva, südöstlich unweit Salgó sagten aus, daß „der Schlag,“ als das Meteor scheinbar auf die Berge traf, „so heftig war, daß ihr Dorf erbebte.“

Aus dieser Veranlassung berichtet Herr Hazslinszky auch, daß Herr Domherr Stephan Piller, Pfarrer in Töke Terebes im Zempliner Comitate, $1\frac{1}{2}$ Meile südöstlich von Gálszécs, und etwas über 9 Meilen südöstlich von Knyahinya, die Bemerkung machte, „daß auch bei dem stärksten Donnerwetter seine Fenster nicht erklirren, daß aber bei dieser heftigen Detonation nicht nur die Fenster klirrten, sondern daß auch das ganze Haus erbebte.“

In Eperies selbst war es namentlich, ebenfalls nach Herrn Hazslinszky's Bericht, Herr Kaufmann Daniel Ozwald, welcher den Anfang des Phänomens beobachtete. Er führte Herrn Hazslinszky an den Ort der Beobachtung in dem Hofe seines Hauses und erzählte, wie er etwa um 5 Uhr, nachdem er seinen Tauben Futter gestreut, eben in das Zimmer zurückkehren wollte, ein eigenthümliches Zischen sein Auge gegen den Himmel zog. Er sah von einer Stelle, welche Herr Hazslinszky auf etwa 40 Grad über dem Horizont schätzte „einen schmalen weißen Streif, welcher nach unten in einen Knoten endete,

---

[1]) Sitzungsb. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. XLIX, S. 637.

sich „mit großer Schnelligkeit gegen einen“ vorliegenden „Dachwinkel zu bewegen,“ welchen Herr Hazslinszky auf etwa 30 Grad über dem Horizont schätzte. „Der anfangs weiße Knoten wurde immer röther und übertraf als er das Dach erreichte an Glanz die Sonne. Der Knoten hatte dort die Form eines mit der Spitze gegen den zurückgelassenen Schweif gekehrten Kegels.“ Herr Ozwald lief eiligst auf die Gasse, in der Meinung das Meteors sei hinter den Häusern niedergefallen, „und zeigte den noch immer sichtbaren Schweif den Anwesenden, zuerst Herrn Alexander Bornemisza.“ (Die Länge des Schweifes betrug etwa 20 Grad.) Nach ungefähr zwei Minuten zog sich der weiße Nebelstreif in seiner untern Hälfte in ein Wölkchen zusammen, welches sich später mit einem zweiten weißen Wölkchen vermengte und verschwand.“

Der Nebelstreifen bildete nach der Schätzung des Herrn Hazslinszky nach der ihm mitgetheilten Angabe, welche er ebenfalls in eine orientirte Skizze eintrug, einen Winkel von etwa 15° mit einer Verticallinie, dem größten westöstlichen Kreise angehörig, von Norden her genähert.

5. Die wahre Einfallsbahn des Meteors.

Ich werde unmittelbar an die vorhergehende Angabe anschließend, versuchen, durch Combination der Beobachtungen in Eperies und Gálszécs mit jener in Unghvár die Richtung des Falles näher zu erörtern. Es gelingt wohl am kürzesten und anschaulichsten durch

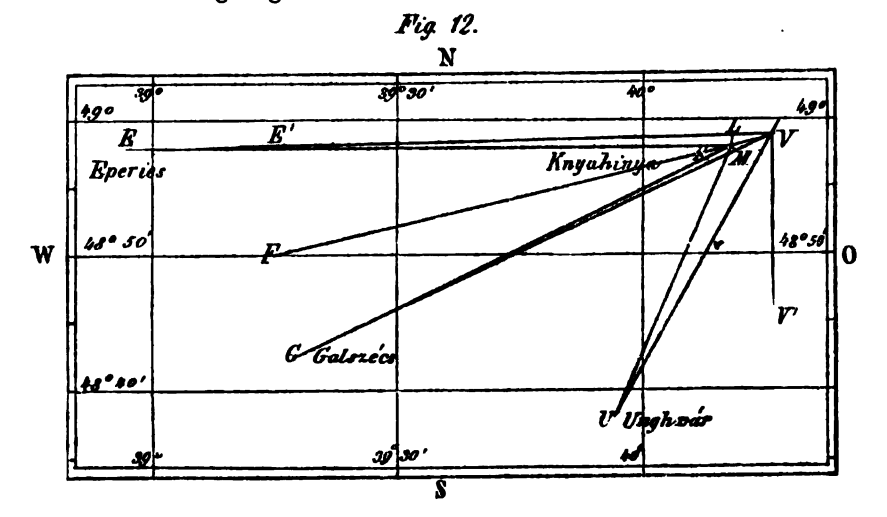


Fig. 12.

eine geographische Projection Fig. 12, zwischen dem Fallorte Knyahinya und den Beobachtungsorten Unghvár, Gálszécs und Eperies. Zum Ausgangspunkte glaube ich die Beobachtung zu Unghvár nehmen zu können, für welche die Grundlinie *UK* gilt, und die Projection der verbindenden Linien mit dem höchsten Punkte des Meteors bei 50° Höhe, nämlich *UV*.

Für Gálszécs wurde nur ein Fall bemerklich gemacht, bei dem die Bahn nahe senkrecht, aber doch etwas geneigt von Ost gegen Nord sich darstellte. Für Eperies traf die Fallbahn ebenfalls nahe senkrecht in ähnlicher aber entgegengesetzter Weise, von Nord gegen Süd ein. Beides wird in der Projection erreicht, wenn man den Winkel *EKG* (Eperies-Knyahinya-Gálszécs) = 27° halbirt, und die Mittellinie *FK* bis zum Durchschnitte mit *UV* verlängert. *MK* für Galszécs, *LK* für Eperies sind dann die Projectionen der scheinbaren Bahnen, freilich nur mit einer ganz kleinen Abweichung von etwa 1° von der ganz vollkommen senkrechten Richtung. Von größeren Winkeln aber kann doch keine Rede sein, weil sonst die eine der Beobachtungen ganz fehlerhaft gesprochen werden müßte.

Nimmt man, wie in Fig. 11, die Höhe des Beginnes des Leuchtens mit 7·12 Meilen an, so erhöht sich dieselbe für den Punkt *V* auf 7³/₄ Meilen. Dann aber ergibt sich ein Höhenwinkel für die Beobachtung, von Gálszécs aus auf 37°, von Eperies aus auf 31°.

Ein Höhenwinkel von 40° in Eperies würde eine absolute Höhe des Punktes *V* von 11¹/₄ Meilen, und für Gálszécs den Winkel von 47¹/₂°, für Unghvár von 60° bedingen.

Ein Höhenwinkel von 70° in Eperies würde eine absolute Höhe des Punktes *V* von 37 Meilen, und für Gálszécs den Winkel von 74°, für Unghvár von 80° bedingen.

Eine solche Höhe würde um nahe 10 deutsche Meilen die größte der Höhen für den Beginn des Leuchtendwerdens der Sternschnuppen übersteigen, 131 englische Meilen (=27 D. M.) wie selbe von Herrn Alexander Herschel am 10. August 1863 beobachtet und berechnet worden sind. Und selbst diese Höhe hatte Alexander Herschel als wahrscheinlich überschätzt bezeichnet [1]).

---

[1]) Quetelet. Sur les étoiles filantes du 10 Août 1863. Extrait d'une lettre de Sir John Herschel associé de l'académie à M. Ad. Quetelet. Bulletins de l'A. R. de Belgique, 2me Ser. T. XVI. Nr. 9.

Bei dem Umstande, daß kaum irgend etwas in der Praxis so leicht überschätzt wird, wie ein Höhenwinkel, und doch auch nicht einmal annähernde astronomischen ähnliche Schätzungen vorliegen, glaube ich mich wohl auf diese kleinste der gegebenen beschränken zu dürfen.

So wäre die Annahme, daß das Meteor in einer Höhe von 7³/₄ Meilen in der Atmosphäre zu leuchten begann, und daß seine Bahn nahe senkrecht, mit nur 6° Zenithdistanz, in einer Richtung von Nord 76° 30′ Ost nach Süd 76° 30′ West *V′VF* (Fig. 8) sich bewegte.

Die Lage der aufgefundenen Steine stimmt ganz gut mit dieser Annahme; eine Linie durch den Fallort *B* des großen Blockes ziemlich mitten durch die von Fundstücken bedeckte Oberfläche in Fig. 1 gezogen, besitzt die Lage von N 67° O gegen S 67° W.

Die Vergleichung mit der Richtung, welche aus den Erhebungen des Herrn Pukáts, bei seiner Ausgrabung folgt, war, wie oben erwähnt, von N. 31° O. gegen S. 31° W. bei einer Zenithdistanz von etwa 27°.

Daß sich beim Einbohren die Zenithdistanz zu vergrößern geneigt zeigt, wird kaum Bedenken erregen können, wo der senkrechte Widerstand wohl eindringlicher angenommen werden darf, als ein seitlicher. Aber auch eine Herabminderung des Abweichungswinkels von 70°30′ auf 31° dürfte ganz annehmbar erscheinen, wenn man annimmt, daß die Rotation des Steines beim Fortschreiten von links gegen rechts herum stattfand, von dem umgebenden Grunde dagegen der Widerstand entsprechend von rechts gegen links wirkte. Ein Theil des Steines, wie die Zeichnung Fig. 6, Seite 44 zeigt, blieb zuerst in der Tiefe gänzlich feststecken, und der rückwärts folgende brach von demselben los, worauf freilich eine fernere Rotation nicht mehr stattfand.

6. Astronomische Orientirung.

Es ist nun auch leicht, die astronomische Orientirung der Bahn des Meteoritenschwarmes aufzusuchen, freilich mit dem Charakter einer nur beiläufigen Näherung, welche ja hier von dem Gegenstande selbst unzertrennlich ist. Am 9. Juni stand nämlich die Capella im Cepheus nur wenig südlich vom Zenith von Knyahinya. Nachmittag 5 Uhr standen die südlicheren Sterne des großen Bären an dieser Stelle. Auf diese Gegend ungefähr weist also die entsprechend

den vorliegenden Angaben angenommene Richtung des Falles, als Grundlage zu weiterer Betrachtung.

7. Eperies. Fortsetzung. Darstellungen von Herrn Kolbay.

1. Eperies. Herr Johann Kolbay, Studirender in Eperies, hatte den Muth, den tiefen Eindruck, welchen das unverhofft erblickte Meteor auf ihn hervorbrachte auch durch Darstellungen in Farben festzuhalten. Für die Einsendung derselben bin ich Herrn Hazslinszky zu dem größten Danke verpflichtet, sowie Herrn Kolbay selbst für spätere Bemerkungen zu denselben, und auch für weitere Mittheilungen.

Herr Kolbay hatte die Erscheinung in der Nähe von Eperies gesehen. Nur schwacher Anflug von Federwolken lag nahe dem Horizont.

Die landschaftliche Darstellung Fig. 1, Taf. III, gibt den allgemeinen Eindruck im Falle. Die beiden Bilder, Fig. 2, Taf. III und Fig. 3, Taf. III stellen etwas größer gehalten den so sehr lebhaften Eindruck der reichen Farbentöne vor, in welchem das Meteor erschien. Herr Kolbay begleitet sie mit einigen Worten. Er sah bei einem unwillkürlichen Blicke nach oben am Himmelsgewölbe die Erscheinung, und zwar aus einer Höhe von 68 bis 70 Grad, „welche mit beschleunigtem Fluge dahineilte. Die Farbe war die der Weißglühhitze des Eisens und der Schweif war zu beiden Seiten mit einem Ultramarin-Saume geschmückt, nach unten ging die Farbe in Orange über", und man glaubte lebhaft einen festen Körper innerhalb der Flammenhülle zu sehen. „Oftmals flackerte der Schweif auf, besonders zuletzt als die Erscheinung hinter der nächsten Bergkette hinunter tauchte. Übrigens muß ich gestehen, daß ich das letzte großartigste „Wedeln mit dem Schweife" nicht einmal gut beachten konnte, ich war zu sehr von der Erscheinung selbst ergriffen. Über dem Schweife des Meteors sammelte sich Rauch zu einem kleinen Wölkchen."

Das Meteor in dem landschaftlichen Bilde Taf. III, Fig. 1 gibt den Eindruck eines vollständig senkrechten, oder nur wenig von demselben abweichenden Falles, das Bild Fig. 2 gibt das Meteor bei größerer Höhe, Fig. 3 bereits in einer tieferen, der Erde mehr genäherten Lage. Während es in der ersten scheinbar mehr gestreckt ist, hatte es noch von seiner kosmischen Geschwindigkeit nicht so sehr viel eingebüßt. Gegen das Ende der Bahn zu, wo bereits unser

irdischer atmosphärischer Widerstand überwiegt, könnte man sich wohl denken, daß dieser gewissermaassen stoßweise auf den Inhalt wirkt, und dadurch eine Ungleichförmigkeit in der Lichterscheinung hervorbringt, unterstützt vielleicht durch die Beschaffenheit des Inhaltes, welcher hier aus so vielen, und ungleich großen Theilen bestand.

Ich muß nicht versäumen beizufügen, daß ich die landschaftliche Darstellung nur mit den Farben des Meteors erhielt, die beiden Meteorbilder aber auf schwarzem Grunde. Auf diesem tritt freilich die Intensität des Glanzes mehr der Natur entsprechend hervor, aber ich glaubte doch der Zeit des Tages entsprechend, für die Veröffentlichung die blaue Himmelsfarbe des Grundes vorziehen zu sollen.

2. Kapi. Noch eine Darstellung, aus einer tiefern Stelle der Fallbahn verdanke ich ebenfalls dem Werke des Herrn Kolbay aus einer Beobachtung des Meteors zu Kapi, Fig. 4, Taf. III, anderthalb Meilen nordöstlich von Eperies, nach der aufmerksamen Beobachtung des namentlich auch von Herrn Hazslinszky hochverehrten Biedermannes, Herrn Karl Rainer, Pächters des Gutsbesitzes zu Kapi. Nur ganz niedriges Hügelland liegt gegen Osten vor.

Man glaubt aus dem Inhalte des Feuerballs das gewaltsame Hinausschleudern kleinerer Körper durch die gewaltig rotirenden großen Blöcke zu sehen, jeden noch von seiner eigenen kleinen Vacuum- und Lichtsphäre umgeben, welche sodann in sich zusammenfällt, und den Eindruck erst des dunklen Roth, dann des undurchsichtigen grauen Rauches hinterläßt.

Ein Funkensprühen aus dem obern Theile des birnförmigen Meteors beobachtete nach Herrn Hazslinszky's Angabe auch Herr Joseph von Benczur zu Magyaroska im Zempliner Comitat, drei Meilen östlich von Eperies, wo der Horizont durch Hügel viel beschränkter ist als in Kapi.

3. Varallya. Herrn Kolbay verdanke ich noch den Bericht über eine Aussage des Richters von Várallya, eine Meile östlich von Eperies. Dieser Johann Bobak sagt aus: „Ich arbeitete mit sieben Männern auf dem Felde, und war mit dem Gesichte gegen Sonnenaufgang gewendet, als ich etwas allmälig lichter werdendes Kopfgroßes beobachte“. Hier theilte er an Herrn Kolbay den Ort der Erscheinung am Himmel unter etwa 35—40° mit und dieser entwarf unter seiner Angabe die Zeichnungen, welche letzterer mir freundlichst in Federzeichnung mittheilte, Taf. III, Fig. 5 *a*, *b*, *c*, welche aber

hier in Übereinstimmung mit den farbigen Darstellungen Fig. 1 — 4 aus derselben Umgegend ebenfalls in Farben wieder gegeben sind.

Der beobachtete Körper „war mit seinem breitern Ende gegen die Erde zugekehrt, flog immer schneller und schneller zur Erde, es fing ihm ein Schweif zu wachsen an, und bald wurde das Ganze mehr als die Sonne leuchtend. Es rauchte der Schweif so, daß ein Wölkchen über ihm entstand. Später wurde der Schweif wieder kleiner, als aber „der Ball“ zur Erde sich neigte, wuchs seitwärts ein Knoten aus, wie in Tafel III, Fig. 5 *b*, sodann trennten sich zwei Theile von einander wie in Taf. III, Fig. 5 *c*, an deren jedem nur noch eine Spur von Schweifen sichtbar blieb, desto größer aber wurde der Rauch, bis sie endlich hinter den Bergen verschwanden. Zwei Donner nach einander wurden gehört“.

Herr Kolbay theilt ferner mit, daß Herr Jaskovits von Eperies das Meteor in der Ebene bei Kapi beobachtete, und zwar mit Anfangs- und Ende-Höhenwinkeln von etwa 45 bis 50° und von 5 bis 6°, ferner eine Schlußzertheilung der beiden Stücke in viele kleinere Stücke, „welche feurige Bänder nach sich ließen, und endlich ganz erloschen und verschwanden“.

Auch von dem Pächter der Báhn'schen Güter, Herrn Miskovszky in Tolcsemes bei Csipkes, zwei Meilen nördlich von Eperies, östlich von Szeben war das Meteor gesehen worden, und zwar so lebhaft, durch die Größe und scheinbare Nähe getäuscht, daß er sogleich Boten aussandte, um einen etwa herabgefallenen Stein zu suchen.

Herr Kolbay gibt auch einige Schätzungen der scheinbaren Größen. Ihm selbst hatte das Meteor, als er es unter 68—70 Grad Höhe erblickte den vierten Theil des Vollmond-Durchmessers zu besitzen geschienen, bei einer Länge von Einem Monddurchmesser (Herr Kolbay bedient sich der Zeichen 3″ und 1′, ich glaube nach dem Gewohnheits-Ausdrucke von 12 Zoll für den Durchmesser bei den Finsternissen unserer beiden Lichtkörper). Bei der tiefsten Stelle schätzte er den Durchmesser auf mehr als die Hälfte des Monddurchmessers, die Länge auf wohl zwei Monddurchmesser.

Die Schätzung des von Herrn Kolbay vernommenen Richters von Várallya, Johann Bobak, gaben zwei und einen halben Monddurchmesser für den Durchmesser des Meteors, und nicht weniger als neun Monddurchmesser für die Länge des Schweifes. So wenig

solche Schätzungen als Grundlagen zu Erörterungen betrachtet werden können, so glaubte ich denselben doch den kleinen Raum der ihnen hier gewidmet ist, nicht entziehen zu sollen, da sie eben auch Belege zu der großen Mannigfaltigkeit bilden, welche Erscheinungen dieser Art bei verschiedenen Individuen zurücklassen.

8. Rakamaz, östlich von Tokay, 16 Meilen südwestlich von Knyahinya.

Herr Karl Hirschbach, Verwalter auf der Staatsdomäne Tokay, dem ich die freundlichen Auskünfte verdanke, wurde von der Erscheinung des 9. Juni auf einer gegen Südosten gerichteten Fahrt in offenem Wagen überrascht, während seiner Beschäftigung zur Classificirung der eben gelegenen Wiesen der Gemeinde Rakamaz im Szabolcser Comitate. Er erblickte das Meteor, indem er sich links halb umwenden mußte.

Es war „eine glänzend goldgelbe Kugel, welche obwohl ohne Zweifel im Fallen gewesen, da ihre Bewegung nach abwärts ging, doch eher verschwunden, als gefallen zu sein schien. Die anwesenden Landleute meinten, sie müße im Rakamazer Gebiete gefallen sein".

Die Größe wird mit der eines Kindeskopfes verglichen. Wohl ist ein solcher Vergleich mißlich. Indessen gibt ein Durchmesser von 4—5 Zoll bei 38—42·2 Fuß Entfernung die scheinbare Mondesgröße von 30 Bogenminuten.

Die Kugel, eigentlich ein mehr glaskolbenförmiger Körper, bewegte sich von der Linken zur Rechten fortschreitend langsamer als eine Sternschnuppe, und verschwand oder erlosch plötzlich.

Die Höhe wird „bis zur Decke eines gewöhnlichen Zimmers" verglichen. Nimmt man ein ländlich bescheidenes Zimmer 5 Fuß höher als das Auge des Beobachters, und die Entfernung von der Wand 15 Fuß, so erscheint der Deckenrand unter einem Höhenwinkel von 18°26′6″ (Verhältniß 1:3), und dies gäbe wieder für die Entfernung von 16 Meilen nach Knyahinya etwa 5³/₄ Meilen Höhe.

„Das Firmament war wolkenlos, bei brennender Sonnenhitze, Wolken oder Nebel sah ich nicht.

Einen Schall hörten wir nicht."

Die horizontale Richtung der glänzenden scheinbaren Bahnlinie wage ich nicht mit anderen Beobachtungen in Zusammenhang zu bringen, aber ich darf sie auch nicht gänzlich mit Stillschweigen übergehen.

9. Szent Miklos, 28 Meilen nahe westlich von Knyahinya (genaue Richtung von Knyahinya aus N86° W.)

Die Mittheilungen aus dieser ansehnlichen Entfernung vom Fallorte verdanke ich der freundlichen Vermittlung meines hochverehrten Freundes, Herrn Sectionsgeologen Heinrich Wolf von der k. k. geologischen Reichsanstalt. Theils waren die Nachrichten von ihm selbst eingesammelt, theils von dem Herrn Obergespan Martin v. Szentivanyi vorbereitet und durch Herrn Bezirks-Ober-Stuhlrichter Joseph C. v. Tholdt an die Direction der k. k. geologischen Reichsanstalt eingesandt.

Herr Gutsbesitzer Joseph v. Czemiczky in Czemics, westlich von Szent-Miklos, sah Nachmittags am 9. Juni hinter seinem Hause, auf seiner Wiese hart am linken Waagufer stehend, genau gegen Osten zu über Andrasfalva eine Feuerkugel senkrecht fallen. Sie verlängerte sich im Falle und zog einen Schweif nach sich. Kein Geräusch war vernehmbar. Die Erscheinung dauerte 3—4 Secunden.

Ein Gendarm Mathias Zoubek sah an jenem 9. Juni Nachmittags vor der Kaserne „einen feurigen Gegenstand in Form eines Besens von der Höhe des heiteren Himmels mit einer Schnelligkeit in die Nähe des Kubinyi'schen Hauses herabfallen, welcher während des Falles Funken zurückließ. Diese Erscheinung hat auf mein Auge keine Blendung verursacht. Die Flugzeit des Körpers konnte beiläufig 2—3 Secunden betragen haben, und es war während der ganzen Zeit kein Geräusch hörbar. Die Flammen waren theilweise roth und blau. — Nach dem Falle begab ich mich gleich zu dem „wahrscheinlichen Fall"-Orte hin, konnte aber weder dort noch in der Umgebung etwas von dem Gesehenen finden."

Dies die protokollarische Aussage des Gendarmen M. Zoubek, aufgenommen am 14. August durch den k. k. Wachtmeister Grimm in Also Kubin im Arvaer Comitate, wohin Zoubek seit dem Tage des Falles versetzt worden war, an das k. k. Gendarmerie-Postens-Commando in Sz. Miklos.

Herr Wolf bemerkt: der Kubinyi'sche Garten in Sz. Miklos ist von dem Thore der Gendarmerie-Kaserne etwa 60—80 Klafter östlicher gelegen.

Auf dem Felde mit Erdäpfel-Umhäufeln zu Andrasfalva beschäftigt, sah Susanna Kuszka, verehelichte Thurza, Kutschers-

gattin, evangelisch, 40 Jahre alt „gegen 5 Uhr Abends" eine feurige Kugel in der Gestalt eines Kruges welche unten helllicht oben aber feurig und gleichsam brennend erschien, bald darauf in senkrechter Richtung ganz geräuschlos in den ziemlich breiten und reissenden Wildbach Jalócz" (der östlich von Andrasfalva vorbeifließt)" hinter den Garten des Herrn v. Majláth zu Andrasfalva gefallen zu sein scheint."

Diese Angabe ist dem Berichte des Herrn J. C. v. Thóldt an die k. k. geologische Reichsanstalt entnommen.

Das Einfallen der Feuerkugel war übrigens von sehr vielen Personen gesehen worden, und den Beobachtern von der Westseite schien sie geradezu in den Markt Liptó Szent Miklós, den Hauptort des Comitates hineinzufallen, und zwar so sehr ähnlich einer Brandrakete, daß bei den damaligen aus andern zufälligen Ereignissen eben hochgehenden Parteierregungen, von Seite der siegreichen Partei gegen die besiegte ein Vorwurf absichtlicher Beschädigung erhoben, und Haussuchungen gegen die letztere verlangt wurden, was jedoch an der bessern Einsicht und Beurtheilung des Herrn Obergespans v. Szentivanyi scheiterte.

Schluss.

Es ließ sich bereits aus den allerersten Berichten über den Meteorsteinfall am 9. Juni 1866 bei Knyahinya erwarten, daß sich eine reiche Ausbeute an Kenntniß an denselben anschließen wird, an einem schönen heiteren Tage, zu sehr gelegener Tageszeit von blendenden optischen und gewaltigen akustischen Erscheinungen begleitet, der Meteorsteinschwarm höchst zahlreich und dessen einzelne Steine von den mannigfaltigsten Größen.

So hat sich denn auch bis zu diesem meinem zweiten Berichte, für welchen ich wohl gerne den Tag unserer ersten Sitzung am 4. October eingehalten hätte, die Masse freundlicher Berichte ungemein vermehrt, und ich mußte mich bescheiden, wenn er auch bereits sehr umfangreich geworden ist, doch nur möglichst, und selbst da vielfach gekürzt, dasjenige zu verzeichnen, was sich zunächst an die Wahrnehmungen der hochgeehrten Gönner und Freunde anschließt.

Die Beobachtungen aus der Nähe, und die aus etwas größeren Entfernungen, in südlicher und westlicher Richtung sind zahlreich vertreten. Aus östlicher und nördlicher Richtung gab es keine Ausbeute. Aus der Marmaros erhielt ich keine Angabe einer Adresse eines wirklichen Beobachters, wenn sie auch mehrfach in allgemeinen Ausdrücken genannt wurde. Für Bolechow in Galizien, zwölf Meilen östlich von Knyahinya verdanke ich Herrn k. k. Salzwerks-Verwalter Cajetan Ferdinandi die freundliche Mittheilung, daß das Phänomen weder dort noch in dem Umfange von mehreren Meilen beobachtet worden sei.

Wenn mir auch später noch, sei es aus den einen oder den andern Gegenden, oder aus der Nähe des Fallortes Mittheilungen zukämen, welche einiges Licht auf die Vorgänge zu werfen geeignet wären, so würde ich hochgeehrten Herren für solche Materialien zu einem Dritten Berichte über Knyahinya an einem künftigen Tage vorzulegen recht sehr zu Danke verpflichtet sein. Ich verfehle nicht, meine angelegentlichste Bitte in dieser Richtung hier anzuschließen.

Namentlich aber war mir der gegenwärtige zweite Bericht bereits zu umfassend geworden, um auch noch der Vergleichung der Meteoriten selbst und Erforschung ihrer inneren Verhältnisse in ihrer auffallenden Übereinstimmung mit den Stücken aus dem Falle vom 28. Februar 1857 bei Parnallee in Ostindien, die erforderliche Zeit und Aufmerksamkeit weihen zu können. Ja selbst aus den aufgezählten Mittheilungen ließen sich noch manche Erörterungen ableiten, welche einer künftigen Zeit angehören.

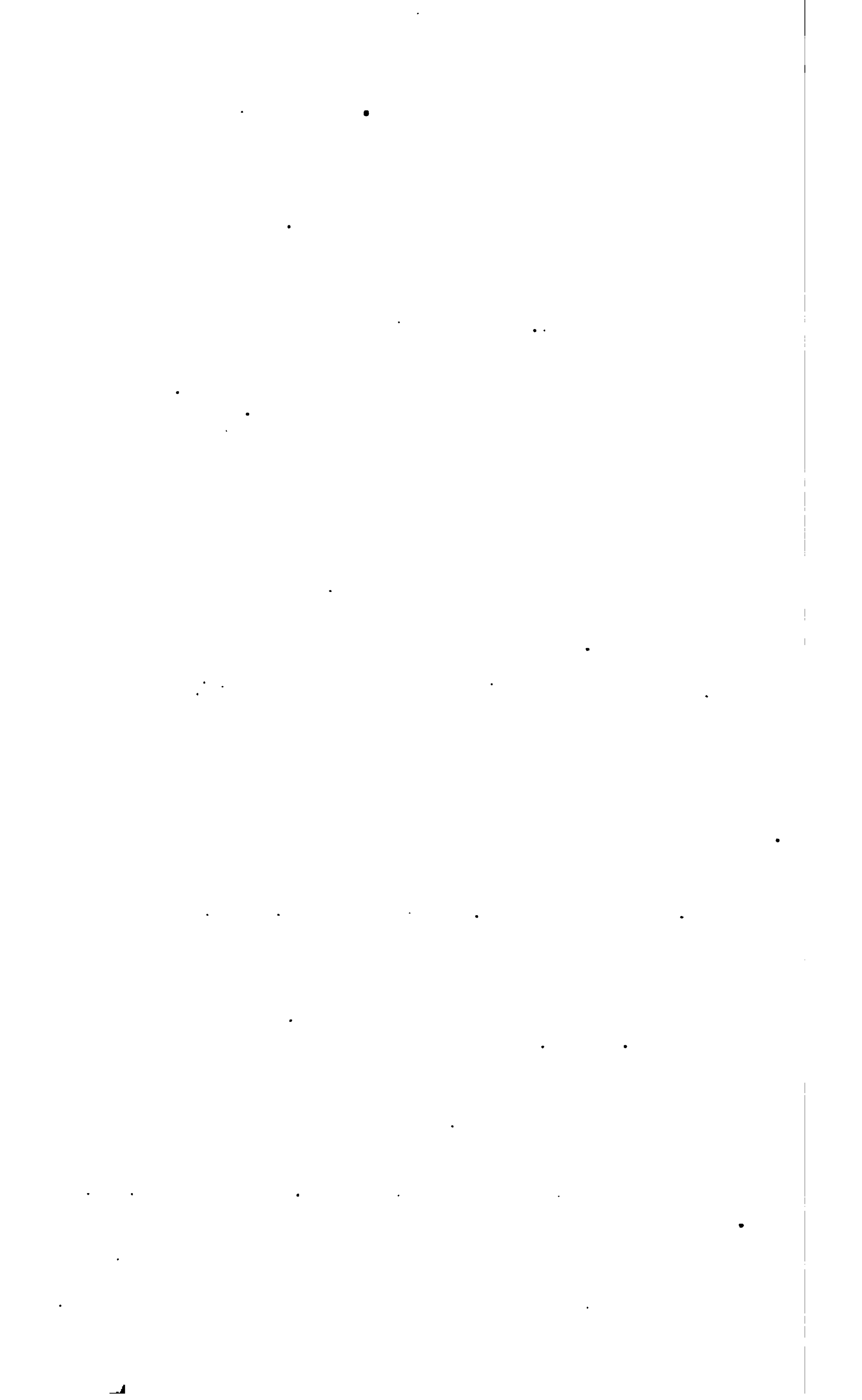
Im Ganzen aber läßt sich wohl sagen, in der Geschichte der Meteoritenfälle wird sich der gegenwärtige als ein höchst reichhaltiger in vieler Beziehung an die Fälle von L'Aigle 26. April 1803, Weston 14. December 1807, Stannern 22. Mai 1808, Juvinas 15. Juni 1821, Allahabad 30. November 1822, Cold Bokkeveld 13. October 1838, New Concord 1. Mai 1860, Orgueil 14. Mai 1864 und so manche andere glänzend anreihen.

INHALT.



Ant. Polzer n. d. Nat. ge[z.]

Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Theorie der Beugungserscheinungen in doppeltbrechenden Medien.

Von L. Ditscheiner.

(Mit 1 Tafel.)

Man hat bisher bei der mathematischen Behandlung der Beugungsphänomene stets die Voraussetzung gemacht, daß die einfallenden sowohl, als die gebeugten Strahlen sich in demselben isotropen Medium fortpflanzen, daß also die einfallenden und gebeugten Wellen sich mit constanter von ihrer Fortpflanzungsrichtung vollkommen unabhängigen Geschwindigkeit bewegen. Bei einer früheren Gelegenheit [1]) hatten wir den Fall näher betrachtet, daß sich die gebeugten Wellen mit einer andern, jedoch immer noch constanten Geschwindigkeit fortpflanzen, als die einfallenden, daß also die beugende Öffnung an der Grenze zweier isotropen Medien sich befindet. Wir hatten diesen Fall auch noch dahin specialisirt, daß wir die beugende Öffnung als ein Rechteck und die einfallenden parallelen Strahlen senkrecht zur grösseren Seite desselben voraussetzten.

Auf eine ganz ähnliche Weise lassen sich auch die Beugungsphänomene mathematisch entwickeln, sobald die Voraussetzung gemacht wird, daß die Geschwindigkeiten sowohl der parallel einfallenden als auch der gebeugten Wellen mit ihrer Fortpflanzungsrichtung sich ändert. Wenn man sodann für dieses Abhängigkeitsgesetz jenes substituirt, welches bei doppelt brechenden Medien besteht, so ergeben sich unmittelbar die Formeln für die Beugungserscheinungen in doppeltbrechenden, sowohl optisch einaxigen als optisch zweiaxigen Medien.

Um die betreffenden Formeln entwickeln zu können, wollen wir annehmen, daß die Ebene der beugenden Öffnung *cdef*, Fig. 1, mit der *XZ*-Ebene eines rechtwinkeligen Raumcoordinatensystemes

---

[1]) Sitzber. 50. Bd., pag. 296.

zusammenfalle. Sowohl durch den Coordinaten-Mittelpunkt O, als auch durch einen mit den Coordinaten x, z ausgezeichneten Punkt M der Öffnung legen wir zu der Normalen der einfallenden Welle parallele Linien PO und QM. Ebenso legen wir durch diese Punkte parallele Linien OR und MS zu der Normalen der gebeugten Welle. Die durch O gelegte einfallende und die durch M gelegte gebeugte Wellenebene schneiden die durch M und O gelegten entsprechenden Normalen in den Punkten T und U, so zwar, daß OT senkrecht auf MQ und MU senkrecht auf OR steht. Der Phasenunterschied, der durch O und M gehenden Strahlen oder Wellen, wird sich ergeben aus der Differenz der Zeiten, in welchen die einfallende Welle den Weg MT und die gebeugte den Weg OU zurückgelegt haben. Bezeichnen wir mit α, β, γ die Winkel, welche die Normale der einfallenden, mit α', β', γ' diejenigen, welche die Normale der gebeugten Wellenebene mit den Coordinatenaxen OX, OY, OZ bilden, so ist wegen

$$\cos MOX = \frac{x}{\sqrt{x^2+z^2}}, \quad \cos MOY = 0, \quad \cos MOZ = \frac{z}{\sqrt{x^2+z^2}}$$

als die Cosinuse der Winkel, welche die Linie OM mit den Coordinatenaxen bildet, und wegen

$$\cos OMT = \cos MOX . \cos \alpha + \cos MOZ . \cos \gamma$$

und

$$\cos OMU = \cos MOX . \cos \alpha' + \cos MOZ . \cos \gamma'$$

$$MT = x \cos \alpha + z \cos \gamma,$$

$$OU = x \cos \alpha' + z \cos \gamma'.$$

Bezeichnen wir ferner mit v die Geschwindigkeit der einfallenden, mit v' diejenige der gebeugten Wellen, wobei v als Function von α, β, γ, und v' als solche von α', β', γ' vorausgesetzt werden kann, so wird der Weg MT in der Zeit

$$\theta = \frac{x \cos \alpha + z \cos \gamma}{v},$$

der Weg OU aber in der Zeit

$$\theta' = \frac{x \cos \alpha' + z \cos \gamma'}{v'}$$

zurückgelegt werden.

Es ist somit der Phasenunterschied

$$\Theta = \frac{x\cos\alpha + z\cos\gamma}{v} - \frac{x\cos\alpha' + z\cos\gamma'}{v'}$$

$$= x\left(\frac{\cos\alpha}{v} - \frac{\cos\alpha'}{v'}\right) + z\left(\frac{\cos\gamma}{v} - \frac{\cos\gamma'}{v'}\right)$$

Drücken wir die durch O in der Richtung OR fortschreitende Lichtbewegung durch

$$y = \mathfrak{a}\sin\frac{2\pi}{\tau}\,.\,t$$

aus, so ist die durch M in der Richtung MT sich fortpflanzende durch

$$y' = \mathfrak{a}\sin\frac{2\pi}{\tau}(t-\Theta)$$

auszudrücken. Die von einem bei M gelegenen Flächenelemente ausgehende Bewegung ist

$$Y_1 = \mathfrak{a}\sin\frac{2\pi}{\tau}(t-\Theta)\,dx\,dz,$$

also die von der ganzen beugenden Öffnung gelieferte resultirende Bewegung

$$Y = \int\!\!\int \mathfrak{a}\sin\frac{2\pi}{\tau}(t-\Theta)\,dx\,dz,$$

wobei die Integration über die ganze beugende Öffnung auszudehnen ist.

Setzen wir voraus, die beugende Öffnung sei ein Rechteck, welches in der XZ-Ebene so gelegen ist, daß die eine Seite mn parallel der X-Axe, die zweite mp parallel der Z-Axe ist, daß ferner dasselbe durch die X-Axe halbirt wird, so daß

$$ma = ap = h,\quad mn = b,\quad Oa = a$$

ist, so erhalten wir für diesen speciellen Fall, wenn auch noch $\mathfrak{a}$ als constant angenommen wird

$$Y = \mathfrak{a}\int_{-h}^{+h} dz \int_{a}^{a+b} \sin\frac{2\pi}{\tau}(t-\Theta)\,dx.$$

Substituirt man in diesem Ausdrucke den oben gefundenen Werth für Θ, so erhält man, wenn nach der ausgeführten Integration noch

$$\frac{\cos\alpha}{v} - \frac{\cos\alpha'}{v'} = u, \quad \frac{\cos\gamma}{v} - \frac{\cos\gamma'}{v'} = u'$$

gesetzt wird

$$Y = a.b.h.\left(\frac{\sin\frac{\pi b u}{\tau}}{\frac{\pi b u}{\tau}}\right).\left(\frac{\sin\frac{2\pi h u'}{\tau}}{\frac{2\pi h u'}{\tau}}\right).\sin\frac{2\pi}{\tau}(t-\vartheta),$$

wobei ϑ einen bestimmten auf unsere weitere Entwicklung keinen Einfluß übenden Phasenunterschied bedeutet.

Die Intensität, welche die sich in der Richtung OR fortpflanzende gebeugte Welle besitzt, wird durch folgende Formel bestimmt:

$$J = a^2 b^2 h^2 \left(\frac{\sin\frac{\pi b u}{\tau}}{\frac{\pi b u}{\tau}}\right)^2 \left(\frac{\sin\frac{{}'}{\tau}}{\frac{2\pi h u'}{\tau}}\right)^2.$$

Der obige Ausdruck für Y repräsentirt den Ausschlag eines Äthertheilchens, welches durch die Summe der von jedem einzelnen Punkte der beugenden Öffnung in der Richtung OR ausgehenden elementaren Bewegungen in Oscillationen geräth. Die von der beugenden Öffnung ausgehenden parallelen Strahlen, welche den verschiedenen zu OR parallelen Wellennormalen entsprechen, müssen wir uns also vorerst durch eine Linse (Projectionslinse) in einem Punkte concentrirt denken. Das in diesem Vereinigungspunkte sich befindende Äthertheilchen macht nun die durch den obigen Ausdruck Y gegebene Bewegung. Wir werden diesen Vereinigungspunkt finden, wenn wir durch den Mittelpunkt der Linse zu den gebeugten Strahlen eine parallele Linie führen und ihren Durchschnitt mit der durch den Brennpunkt gehenden zu der Linsenaxe senkrechten Projectionsebene führen. Diesem Vereinigungspunkte kommt auch die durch J gegebene Intensität zu.

Wir wollen hier auf die Untersuchungen über Intensitätsmaxima und Minima nicht näher eingehen, sondern unmittelbar zu dem etwas complicirteren Falle übergehen und annehmen, daß nicht eine einzige Spalte allein vorhanden, sondern daß eine Zahl m gleich großer paralleler Spalten so angeordnet sei, daß je zwei in der Linie OX gelegene Mittelpunkte der Spalten eine gleiche Entfernung $b+c$ besitzen. Auf dieselbe Art wie wir dies schon a. a. O. ausgeführt haben, werden die von allen Spalten in der Richtung OR gehenden gebeugten Wellen eine resultirende Bewegung

$$Y = abh\left(\frac{\sin\frac{\pi b u}{\tau}}{\frac{\pi b u}{\tau}}\right)\left(\frac{\sin\frac{2\pi h u'}{\tau}}{\frac{2\pi h u'}{\tau}}\right)\left(\frac{\sin\frac{m(b+c)\pi u}{\tau}}{\sin\frac{(b+c)\pi u}{\tau}}\right)\sin\frac{2\pi}{\tau}(t-\vartheta')$$

liefern, welcher eine Intensität

$$J = a^2b^2h^2\left(\frac{\sin\frac{\pi b u}{\tau}}{\frac{\pi b u}{\tau}}\right)^2 . \left(\frac{\sin\frac{2\pi h u'}{\tau}}{\frac{2\pi h u'}{\tau}}\right)^2 . \left(\frac{\sin\frac{m(b+c)\pi u}{\tau}}{\sin\frac{(b+c)\pi u}{\tau}}\right)^2$$

entspricht.

Die Maxima erster Classe der Intensität, welche diese Bewegung liefert, finden also statt für alle jene Richtungen, für welche

$$u = 0;\quad \pm\frac{\tau}{b+c};\quad \pm\frac{2\tau}{b+c};\quad \pm\frac{3\tau}{b+c};\ldots\ldots$$

und

$$u' = 0;\quad \pm\frac{\tau}{2h};\quad \pm\frac{2\tau}{2h};\quad \pm\frac{3\tau}{2h};\ldots\ldots$$

oder auch, da wir bei den folgenden Betrachtungen ein Gitter voraussetzen wollen, für welches $h = \infty$ gesetzt werden kann, somit die Höhe der Spalten als sehr gross bezüglich ihrer Breite voraussetzen, wird

$$u' = 0.$$

Die Bedingungen für ein Maxima der Intensität unter den obigen Voraussetzungen sind

$$\frac{\cos\gamma}{v} - \frac{\cos\gamma'}{v'} = 0; \tag{I a}$$

$$\frac{\cos\alpha}{v} - \frac{\cos\alpha'}{v'} = 0;\quad \frac{\tau}{b+c};\quad \frac{2\tau}{b+c};\ldots\ldots \tag{I b}$$

Bei den bisherigen Betrachtungen haben wir die Geschwindigkeiten v und v' als gegeben angesehen für jene Richtungen, in welchen sich die einfallende und die gebeugte Welle fortpflanzen, ohne irgend einen bestimmten Zusammenhang zwischen ihnen und ihren Fortpflanzungsrichtungen vorauszusetzen. Wir haben also auch jene allgemeinsten Relationen gewonnen, aus welchen wir die Beugungserscheinungen für jedes beliebige Medium ableiten können, wenn nur für dieses Medium der Zusammenhang zwischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Richtung bekannt ist. Der einfachste Fall

in dieser Beziehung ist der, daß in diesem Medium das Licht sich nach allen Richtungen mit constanter Geschwindigkeit fortpflanzt. Es ist sodann $v = v'$, und wegen $v\tau = \lambda$, gehen unsere obigen Bedingungsgleichungen (Ia) und (Ib) über in

$$\cos\gamma - \cos\gamma' = 0$$
$$\cos\alpha - \cos\alpha' = 0;\ \pm\frac{\lambda}{b+c};\ \pm\frac{2\lambda}{b+c};\ldots\ldots$$ [1]

wobei λ die Wellenlänge in diesem Medium bedeutet.

Wenn man in diesen Gleichungen

$$\cos\gamma' = \frac{z}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$$

setzt, so erhält man die Relation

$$(x^2+y^2)\cos^2\gamma + z^2\sin^2\gamma = 0,$$

welche lehrt, daß alle durch den Coordinaten-Mittelpunkt parallel jenen Wellennormalen oder Strahlen, welchen Maxima der Intensität entsprechen, gelegten Linien in einer Kegelfläche liegen, deren erzeugende Geraden mit der Z-Axe einen Winkel γ bilden. Wenn man eine Ebene senkrecht auf den direct einfallenden Strahl so legt, daß die von O auf sie gezogene Normale p ist, so wird diese Ebene den Kegel in einer Curve schneiden, deren eine Axe immer durch den Schnitt dieser Projectionsebene mit der durch den einfallenden Strahl und die Z-Axe gelegten Ebene gegeben ist [2].

Ein anderer einfacher Fall ist auch der, bei welchem das Gitter in der Trennungsfläche zweier einfach brechender Medien liegt. Für die einfallende Welle ist dann die Geschwindigkeit stets v, für die gebeugte stets v', weshalb, wenn $\frac{v}{v'} = \mu$ den Brechungsquotienten bezeichnet, für die Intensitätsmaxima die Bedingungsgleichungen sich ergeben

$$\cos\gamma - \mu\cos\gamma' = 0$$
$$\cos\alpha - \mu\cos\alpha' = 0;\ \pm\frac{\lambda}{b+c};\ \pm\frac{2\lambda}{b+c};\ldots\ldots\pm\frac{n\lambda}{b+c}\ldots$$

[1] Ein ähnlicher Fall ist von Wüllner, Pogg. Ann. 109.616 behandelt worden.

[2] R. Felgel, Über die Gestalt einiger Beugungserscheinungen etc. 5. Jahresbericht der Oberrealschule am Alsergrund. Wien, 1866.

wobei λ die Wellenlänge der einfallenden Welle, also im ersten Medium bezeichnet. Aus diesen Gleichungen ist man im Stande für jedes beliebige n genau die Richtung der Wellennormalen, und da hier noch Strahl und Wellennormale zusammenfallen, auf die Richtung der gebeugten Strahlen zu bestimmen, da noch die Relation

$$\cos^2\alpha' + \cos^2\beta' + \cos^2\gamma' = 1$$

bestehen muß.

Für $\gamma = 90^\circ$ haben wir diese Gleichungen a. a. O. bereits abgeleitet. Die etwas andere Form, in welcher wir sie dort gegeben, war für den speciellen Zweck, für welchen sie entwickelt worden, bedingt.

Um die Relationen für doppeltbrechende Medien erhalten zu können, ist es vorerst nothwendig, die Lage der Elasticitätsaxen bezüglich der Gitterspalten zu fixiren. Wir denken uns ein zweiaxiges Medium, dessen Elasticitäts-Ellipsoid auf seine eigenen Axen bezogen durch die Gleichung

$$a^2x^2 + b^2y^2 + c^2z^2 = 1$$

gegeben sei. Da wir $a > b > c$ annehmen wollen, ist die Ebene der Elasticitätsaxen $\frac{1}{a}$ und $\frac{1}{c}$ auch die Ebene der optischen Axen und wenn m den Winkel bedeutet, welchen die optischen Axen mit Elasticitätsaxe $\frac{1}{c}$ bilden, so ist

$$\cos m = \sqrt{\frac{b^2 - c^2}{a^2 - c^2}} \text{ und } \sin m = \pm \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2 - c^2}}.$$

Die Elasticitätsaxen, deren Größe durch $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$ gegeben sind, bilden mit den Coordinatenaxen die Winkel $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$; $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ und $\alpha_3, \beta_3, \gamma_3$.

In Figur 2 ist $OXYZ$ unser rechtwinkeliges Coordinatensystem, a und c seien die Durchschnitte der Elasticitätsaxen $\frac{1}{a}$ und $\frac{1}{c}$ mit einer um O als Mittelpunkt gelegten Kugel, A_1 und A_2 die Durchschnitte der optischen Axen mit dieser Kugel. Bezeichnen wir die Winkel, welche diese optischen Axen mit den Coordinatenaxen

bilden, mit a_1, b_1, c_1 und a_2, b_2, c_2, so ergeben sich leicht aus der Figur folgende Relationen

$$\left\{\begin{aligned} \cos a_1 &= \cos\alpha_1 \sin m + \cos\alpha_2 \cos m \\ \cos b_1 &= \cos\beta_1 \sin m + \cos\beta_2 \cos m \\ \cos c_1 &= \cos\gamma_1 \sin m + \cos\gamma_2 \cos m \end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned} \cos a_2 &= -\cos\alpha_1 \sin m + \cos\alpha_2 \cos m \\ \cos b_2 &= -\cos\beta_1 \sin m + \cos\beta_2 \cos m \\ \cos c_2 &= -\cos\gamma_1 \sin m + \cos\gamma_2 \cos m \end{aligned}\right. \qquad (1)$$

Wenn wir die Winkel, welche die Normale derjenigen Wellenebene, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu bestimmen ist, mit den Coordinatenaxen bildet mit α', β', γ' bezeichnen, so werden die Winkel φ_1 und φ_2, welche diese Wellennormale mit den beiden optischen Axen OA_1 und OA_2 bildet, gegeben sein durch

$$\begin{aligned} \cos\varphi_1 &= \cos\alpha' \cos a_1 + \cos\beta' \cos b_1 + \cos\gamma' \cos c_1 \\ \cos\varphi_2 &= \cos\alpha' \cos a_2 + \cos\beta' \cos b_2 + \cos\gamma' \cos c_2 \end{aligned} \qquad (2)$$

Die Geschwindigkeiten v_α und v_β der sich in der Richtung unserer Wellennormalen fortpflanzenden Wellen folgen nach den Gesetzen der Lichtfortpflanzung in doppelt brechenden Medien aus

$$\begin{aligned} v_\alpha^2 &= \frac{a^2+c^2}{2} + \frac{a^2-c^2}{2} \cos(\varphi_1+\varphi_2). \\ v_\beta^2 &= \frac{a^2+c^2}{2} + \frac{a^2-c^2}{2} \cos(\varphi_1-\varphi_2). \end{aligned} \qquad (3)$$

Jede dieser Wellen hat aber eine bestimmte Schwingungsebene. Für die Welle mit der Geschwindigkeit v_α, wir wollen sie Welle der ersten Art nennen, ist die Halbirungsebene desjenigen körperlichen Winkels, welchen die durch die Wellennormale und je eine der optischen Axen gelegten Ebenen bilden, die Schwingungsebene. Für die Welle der zweiten Art, welche sich mit der Geschwindigkeit v_β fortpflanzt, steht die Schwingungsebene senkrecht auf derjenigen der Welle der ersten Art. Bezeichnen wir nun, wie wir dies schon gethan haben, mit φ_1 und φ_2 die Winkel der Normalen der gebeugten Wellen mit den optischen Axen, mit ψ_1 und ψ_2 diejenigen der einfallenden

Wellen mit eben diesen Axen, so lassen sich unsere allgemeinen Formeln (Ia) und (Ib) auch folgendermaßen schreiben

$$\frac{\cos\gamma}{\sqrt{\frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos(\psi_1\pm\psi_2)}}=\frac{\cos\gamma'}{\sqrt{\frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos(\varphi_1\pm\varphi_2)}} \tag{IIa}$$

$$\frac{\cos\alpha}{\sqrt{\frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos(\psi_1\pm\psi_2)}}=\frac{\cos\alpha'}{\sqrt{\frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos(\varphi_1\pm\varphi_2)}}\pm\frac{n\tau}{b+c} \tag{IIb}$$

Wenn in diese Gleichungen die oben angeführten Werthe von φ_1 und φ_2, ferner jene von ψ_1 und ψ_2 (die sich aus unseren obigen Formeln für φ_1 und φ_2 (2) unmittelbar ergeben, wenn statt α', β', γ' die Winkel α, β, γ der einfallenden Wellennormale gesetzt werden), substituirt werden, so ist man mit Hülfe der Gleichung

$$\cos^2\alpha'+\cos^2\beta'+\cos^2\gamma'=1$$

im Stande die Werthe von α', β', γ', d. h. die Neigungen der Wellennormale mit den Coordinatenaxen derjenigen Wellen, denen ein Intensitätsmaximum entspricht, zu finden. Für ein bestimmtes n lassen sich im Allgemeinen aus diesen Gleichungen, je nachdem man das positive oder negative Zeichen in den Summen $(\varphi_1\pm\varphi_2)$ und $(\psi_1\pm\psi_2)$ wählt, sechzehn verschiedene Werthe für α', β', γ' finden, es wird also auch sechzehn verschiedene gebeugte Wellen geben, sobald die zwei zusammengehörigen Wellen auf das Beugungsgitter fallen. Jede einfallende Welle der einen Art erzeugt nämlich sowohl vier gebeugte Wellen [1]) derselben Art als auch vier gebeugte Wellen der anderen Art. Von diesen zusammengehörigen vier gebeugten Wellen gehen zwei, ähnlich der durch eine brechende Ebene gebrochenen, durch die Ebene der Gitterlinien, während die zwei anderen, ähnlich den reflectirten Wellen, in jenen Theil des Mediums zurückkehren, in welchem sich die einfallende Welle fortpflanzte. Nur für den einen Fall, daß $n=0$ ist, werden von jeder einfallenden Welle nur vier Wellen erregt, zwei derselben Art und zwei der anderen Art. Von jedem Paar dieser Wellen pflanzt sich die eine vom Gitter

1) Wenn wir im Folgenden den Ausdruck „gebeugte Wellen" gebrauchen, so sind unter demselben immer nur Wellen verstanden, deren Normalen mit den Coordinatenaxen Winkel bilden, welche der obigen Gleichung (II) für ein Maximum der Intensität Genüge leisten.

wieder in einer Richtung im Sinne der einfallenden Welle fort, sie ist die durchgehende gebeugte Welle, während die andere sich im entgegengesetzten Sinne, als reflectirte gebeugte Welle fortbewegt. Jeder dieser Wellen entsprechen für ein bestimmtes n zwei Wellen, die sich rechts und links von ihr fortpflanzen.

Man kann sich diese Verhältnisse am leichtesten versinnlichen, wenn man sich an diejenigen in isotropen Medien erinnert. Wenn man nämlich durch ein Gitter gegen einen leuchtenden Punkt sieht, so erblickt man, wenn das Gitter nicht senkrecht auf die Sehrichtung steht, die Beugungsspectra in einer krummen Linie angeordnet. In der Mitte sieht man den leuchtenden Punkt. Er verdankt seine Entstehung jenen durchgehenden gebeugten Wellen, welche $n = 0$ entsprechen. Rechts und links von ihm liegen, jedem n entsprechend, zwei Beugungsspectra, entstanden durch die durchgehenden gebeugten Wellen. Da aber das Gitter auch reflectirt, so findet man, wenn man das reflectirte Bild des leuchtenden Punktes sucht, auch hier wieder reflectirte Beugungsspectra, in einer ähnlichen krummen Linie angeordnet.

Wenn die Neigung der einfallenden Strahlen gegen die Gitterlinien nicht sehr groß ist, so kann man beide krummen Linien, zu einer einzigen sich ergänzend, gleichzeitig beobachten. Bei diesen isotropen Medien sind jedoch für jedes n nicht, wie oben angeführt, sechzehn, sondern nur vier gebeugte Wellen möglich, da es erstens nur eine Art von einfallenden und zweitens nur gebeugte, sowohl durchgehende als auch reflectirte, von derselben Art gibt. Für isotrope Medien und für $n = 0$ pflanzt sich die durchgehende gebeugte Welle in derselben Richtung fort wie die einfallende, während die Normale der reflectirten gebeugten Welle mit der Normalen der Gitterfläche denselben Winkel bildet, wie die Normale der einfallenden. Bei doppeltbrechenden Medien ist das im Allgemeinen nicht mehr der Fall. Die gebeugte durchgehende Welle pflanzt sich mit der einfallenden nur dann parallel fort, wenn sie derselben Art sind. So pflanzt sich die durchgehende gebeugte Welle erster Art nur mit der sie erzeugenden einfallenden Welle erster Art, die durchgehenden gebeugten Wellen zweiter Art nur mit der sie erzeugenden einfallenden Welle zweiter Art parallel fort, während die Fortpflanzungsrichtung der durchgehenden gebeugten Welle erster Art mit der Normalen der sie erzeugenden einfallenden zweiter Art und die Normale der durchgehen-

den gebeugten Welle zweiter Art mit derjenigen der sie erzeugenden einfallenden Welle erster Art einen von der Lage der einfallenden Welle abhängigen Winkel bildet. Die Normalen der reflectirten gebeugten Wellen bilden mit der Normalen der Gitterfläche andere Winkel als die einfallenden. Es gibt hier nur bei gewissen speciellen Lagen der Gitterspalten und der einfallenden Wellennormalen Ausnahmen. Wenn nämlich die Gitterspalten einem Hauptschnitte parallel sind, ihre Ebene auf diesem Hauptschnitte senkrecht und die Normale der einfallenden Welle aber in diesem Hauptschnitte liegt, so wird, wenn der Theil der Wellenfläche, welcher Wellen derselben Art wie die einfallende entspricht, in einem Kreise geschnitten wird, die Normale der reflectirten gebeugten Welle denselben Winkel mit der Normale der Gitterfläche bilden müssen, wie die Normale der einfallenden Welle. Wenn die Gitterlinie parallel zu einer Elasticitätsaxe und die Gitterfläche einem durch sie gehenden Hauptschnitt parallel ist, so tritt dies stets bei beiden Arten der einfallenden Wellen, wie groß ihr Einfallswinkel auch ist, ein.

Hat man auf diese Art die Richtung der Wellennormalen gefunden, so ist es selbstverständlich ein Leichtes, die Richtung der ihnen entsprechenden Strahlen zu finden.

Die durch den Coordinaten-Mittelpunkt gelegten Normalen der gebeugten Wellen derselben Art, welche einer und derselben einfallenden Welle ihre Entstehung verdanken, liegen, welchen n sie auch immer entsprechen mögen, in einer Kegelfläche, welche durch die erste der Gleichungen (II) repräsentirt wird. Wir wollen diese Kegelfläche, welche ersichtlich unabhängig von der Spaltenbreite des angewendeten Gitters ist, die Fläche der gebeugten Wellennormalen nennen. Ihre Gleichung wird aus jener (IIa) leicht gefunden, wenn man setzt

$$\cos\alpha'=\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}},\ \cos\beta'=\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}},\ \cos\gamma=\frac{z}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} \quad (4)$$

Für jede einfallende Welle erster Art gibt es also eine Fläche der gebeugten Wellennormalen erster und eine solche zweiter Art, ebenso wie jeder einfallenden Welle zweiter Art eine Fläche der gebeugten Wellennormalen erster Art und eine solche zweiter Art entspricht.

Diesen Flächen der gebeugten Wellennormalen entsprechen natürlich auch Flächen der gebeugten Strahlen, da jeder

Wellennormale ein Strahl entspricht. Es enthalten diese Flächen alle jene durch den Coordinaten-Mittelpunkt gelegten Strahlen, welche den gebeugten Wellen angehören. Da im Allgemeinen bei doppeltbrechenden Medien Wellennormale und Strahl nicht identisch sind, so sind auch die Flächen der gebeugten Wellennormalen und jene der gebeugten Strahlen nicht identisch. Die Gleichung der Fläche der gebeugten Strahlen ergibt sich leicht aus folgender Betrachtung. Sind ξ, η, ζ die Coordinaten eines Punktes dieser Flächen, so sind die Gleichungen des durch diesen Punkt gehenden Strahles

$$x = \frac{\xi}{\zeta} z \text{ und } y = \frac{\eta}{\zeta} z.$$

Dieser Strahl schneidet die um O gelegte Wellenfläche, deren Gleichung $U = f(x, y, z)$ bezüglich unseres Coordinatensystemes sein mag, in vier Punkten, von denen wir jedoch nur die zwei von O in der Richtung der Fortpflanzung der gebeugten Strahlen liegenden zu beachten haben. Je nachdem wir nun die Gleichung der gebeugten Strahlen der ersten oder zweiten Art aufzusuchen haben, werden wir in dem einen oder dem anderen Punkte eine tangirende Ebene an die Wellenfläche legen. Diese tangirende Ebene wird sein

$$\left(\frac{dU}{dx}\right) . x + \left(\frac{dU}{dy}\right) . y + \left(\frac{dU}{dz}\right) . z = 0,$$

wo in den Differentialquotienten statt der allgemeinen x, y, z die besonderen ξ', η', ζ' des Durchschnittspunktes zu setzen sind. Die vom Coordinaten-Mittelpunkte zu dieser Ebene gezogenen Normale schließt mit den Coordinatenaxen-Winkel ein, deren Cosinuse durch folgende Relationen gegeben sind

$$\cos \alpha' = \frac{\left(\frac{dU}{dx}\right)}{\sqrt{\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dz}\right)^2}}.$$

$$\cos \beta' = \frac{\left(\frac{dU}{dy}\right)}{\sqrt{\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dz}\right)^2}}. \qquad (5)$$

$$\cos \gamma' = \frac{\left(\frac{dU}{dz}\right)}{\sqrt{\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dz}\right)^2}}.$$

Setzt man nun diese Werthe zuerst in die Gleichung (2) und die so erhaltenen Werthe für φ_1 und φ_2 in (IIa), so erhält man, da $\frac{dU}{dx}, \frac{dU}{dy}, \frac{dU}{dz}$ nur mehr Functionen von ξ, η, ζ sind, die gesuchte Gleichung der Fläche der gebeugten Strahlen.

Selbstverständlich muß man auch auf eine ganz ähnliche Weise die Cosinuse der Winkel bestimmen, welche die einfallende Wellennormale mit den Coordinatenaxen bildet, wenn die Winkel, welche der einfallende Strahl mit den Coordinatenaxen bildet, gegeben sind. Diese sind dann erst in dem ersten Theile der Gleichung (IIa) zu substituiren.

Die Gleichung (Ia) als die allgemeine Gleichung der Fläche der gebeugten Wellennormalen gibt eine einfache Construction sowohl dieser Flächen als auch der Flächen der gebeugten Strahlen. Da die Größe $\frac{v}{\cos\gamma} = \frac{v'}{\cos\gamma'}$ für eine bestimmte einfallende Welle constant, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit also nichts anderes ist, als die Projection dieser in der Richtung der Z-Axe gelegenen Constanten auf die Fortpflanzungsrichtung der Wellen, so ergibt sich auch, daß alle gebeugten Wellenebenen, nach Verlauf einer gewissen Zeit t, durch einen und denselben Punkt der Z-Axe gehen müssen, der vom Mittelpunkte O um die Länge $\frac{v}{\cos\gamma} t$ entfernt ist. Für die Zeit t findet man also alle gebeugten Wellenebenen, wenn man von dem genannten Punkte an die der Zeit t entsprechende Wellenfläche tangirende Ebenen legt. Die auf alle diese Wellenebenen vom Coordinaten-Mittelpunkte gezogenen Normalen liefern die Fläche der gebeugten Wellennormalen, und zwar erster oder zweiter Art, je nach der Art des Berührungspunktes auf der Wellenfläche. Da nämlich die Wellenfläche aus zwei Theilen besteht, von welchen der eine den Wellen der ersten Art, der andere jenen der zweiten Art entspricht, so sind auch die Berührungspunkte bezüglich dieser Arten zu unterscheiden. Diese Berührungspunkte, verbunden durch gerade Linien mit dem Coordinaten-Mittelpunkte geben dann die Flächen der gebeugten Strahlen, entweder erster oder zweiter Art.

Durch diese Betrachtung kann man auf eine einfache Art jene Fälle untersuchen, bei welchen die Fläche der gebeugten Wellennormalen, also auch jene der gebeugten Strahlen (die Fälle der koni-

schen Refraction ausgenommen) in eine gerade Linie übergeht. Denken wir uns nämlich durch die Z-Axe eine Ebene gelegt, so schneidet diese die Wellenfläche im Allgemeinen nach zwei Curven, welche beide in O ihren Mittelpunkt haben. $abcd$ entspricht, Fig. 3 z. B. den Wellen erster Art, $a'b'c'd'$ jenen zweiter Art. Auf OZ wird nun die Läge $OP = \frac{v}{\cos\gamma}$, dem einfallenden Strahle entsprechend, aufgetragen und von P aus tangirende Ebenen an die Wellenfläche, in unserer Schnittebene aber tangirende Linien an die Curven gelegt. Die von P aus an den Theil der Wellenfläche, welcher Wellen der ersten Art entspricht, gezogenen Tangenten PQ und PS sind die Durchschnitte der Wellenebenen mit unserer Ebene. Die von O aus zu den Tangirungspunkten gezogenen Gerade. OQ und OS sind Erzeugende der Flächen der gebeugten Strahlen erster Art. Die von O aus auf diese Wellenebenen gezogenen, im Allgemeinen nicht in der Ebene der Tafel gelegenen Normalen, gehören der Fläche der gebeugten Wellennormalen an. Nur in dem einen Falle, daß der Punkt P mit b zusammenfällt, erhält man nur einen gebeugten Strahl und ihm entsprechend nur eine gebeugte Wellennormale. Nur dann also, wenn die gebeugten Strahlen sich in der Richtung der Z-Axe, der Richtung der Gitterspalten fortpflanzen, gehen die Flächen der gebeugten Wellennormalen und der gebeugten Strahlen in eine Gerade über. Dieser gebeugte Strahl kann aber erzeugt werden sowohl durch einen einfallenden Strahl derselben Art, als auch durch einen solchen anderer Art. Wir haben um diese zu finden, da $Oa = Ob$ ist, von a aus tangirende Ebenen an beide Theile der Wellenfläche zu legen. Für Wellen derselben Art ist ersichtlich, daß wir wieder nur einen Strahl und nur eine Wellenebene, nämlich die durch a gehende Tangentialebene, erhalten; es ist also auch nur eine einfallende Welle derselben Art, jene nämlich, deren Strahl sich parallel zu den Gitterspalten fortpflanzt, die also auch mit der gebeugten Welle parallel ist, im Stande, eine einzige Linie als Fläche der gebeugten Wellennormale, und ebenso eine einzige Gerade als Fläche der gebeugten Strahlen zu liefern. Um die einfallenden Wellen der andern Art zu finden, haben wir von a aus an den den Wellen der andern Art entsprechenden Theil der Wellenfläche tangirende Ebenen zu legen. Alle jene einfallenden Wellenebenen, die einer dieser tangirenden Ebenen parallel sind, werden nur eine einzige gebeugte Welle erzeugen. Die Normalen

dieser Wellenebenen, ebenso wie die ihnen entsprechenden Strahlen, liegen in Kegelflächen, die ganz ähnlich sind den Flächen der gebeugten Wellennormalen und der gebeugten Strahlen. Ihre Gleichung ist ebenso durch jene Gleichung (IIa) gegeben. Setzt man nämlich in den Gleichungen (5) $x=y=0$, so erhält man die Neigungen der Wellennormale gegen die Coordinatenaxe des sich in der Richtung der Z-Axe fortpflanzenden Strahles. Diese Winkel als der einfallenden Welle entsprechend in den ersten Theil der Gleichung (II a), statt α, β, γ gesetzt, liefern die gesuchte Gleichung.

Aus unserer Construction ist ersichtlich, daß es nicht immer einfallende Wellen der einen Art gibt, für welche die Fläche der gebeugten Wellennormalen der anderen Art in eine Gerade übergeht. Liegt nämlich a näher an O als a', so würde von a keine Tangentialebene an den, den Wellen der anderen Art entsprechenden Theil der Wellenfläche zu ziehen möglich sein. Nach unserer Zeichnung und den ihr unterlegten Annahmen gibt es also keine einfallende Welle der ersten Art, für welche die Fläche der gebeugten Wellennormalen der zweiten Art in eine Gerade übergeht.

Interessant ist es auch, daß die Flächen der gebeugten Wellennormalen und der gebeugten Strahlen vollkommen identisch sind mit jenen, welche alle Wellennormalen und Strahlen, der durch Reflexion der einfallenden Welle an einer zu den Gitterlinien parallelen Cylinderfläche entstehenden Wellen enthalten, sobald nur die Leitlinie eine continuirliche krumme wie immer beschaffene Linie ist. Wenn man nämlich, um bei dem einfachsten Falle der isotropen Medien zu bleiben, von einem entfernten Lichtpunkte parallele Lichtstrahlen auf eine reflectirende Cylinderfläche, mag diese nun concav oder convex sein, fallen läßt, so sieht man nach stattgefundener Reflexion nicht mehr einen einfachen Punkt als Bild der Lichtquelle, sondern eine leuchtende krumme Linie, deren Form nur abhängig ist von der Neigung der einfallenden Strahlen gegen die Cylinderaxe. Diese krumme Linie ist aber auch vollkommen identisch mit jener, in welcher die Intensitätsmaxima der gebeugten Strahlen liegen, wenn man einen entfernten Lichtpunkt durch ein Beugungsgitter betrachtet, wenn nur die einfallenden Strahlen mit den Gitterlinien einen Winkel einschließen, der ebenso groß ist als der, welchen die einfallendsn Strahlen mit der Cylinderaxe bilden. Bei Anwendung eines einfachen Gitters besitzt aber diese krumme Linie nicht an allen

Stellen gleiche Intensität. Dort, wo Intensitätsmaxima auftreten, ist sie viel größer als an den übrigen Stellen. Nur dann, wenn die Gitterbreite an verschiedenen Stellen verschieden ist, wird die leuchtende Linie continuirlicher, und zwar um so mehr, je verschiedener die Spaltenbreiten sind. Aber auch wenn mehrere Gitter hintereinander parallel aufgestellt sind, gleicht sich die Intensität immer mehr aus. Jeder gebeugte Strahl, der dem ersten Gitter seine Entstehung verdankt, ist für das zweite ein einfallender, ruft also neue gebeugte Strahlen hervor, die für das dritte wieder als einfallende zu betrachten sind u. s. w. Das die vom zweiten Gitter hervorgerufenen gebeugten Strahlen der vom ersten kommenden wieder in derselben Kegelfläche liegen wie diese, geht unmittelbar aus der Gleichung (Ia) hervor, indem $\frac{\cos\gamma'}{v'} = \frac{\cos\gamma}{v} = \frac{\cos\gamma^{(n)}}{v^{(n)}}$ eine Constante ist. Man ist dies mit den gewöhnlich im Gebrauche stehenden Glasgittern wenigstens annäherd experimentell nachzuweisen im Stande.

Wir haben in unseren Gleichungen (II) die durch die folgenden Betrachtungen hervorgegangen in den Gleichungen (4) und (5), so wie aus den vorhergegangenen in der Gleichung (2) entwickelten Werthe nicht wirklich substituirt, weil die so erhaltenen Relationen (unmittelbare Functionen der Raumcoordinaten x, y, z) solche Dimensionen annehmen, daß sie hier nicht leicht wiedergegeben werden können. Wir sind also auch nicht in der Lage auf weitere Eigenschaften dieser Flächen hier eingehen zu können, was wir auch um so mehr unterlassen können, da wir es bei den optisch einaxigen Medien, wegen der einfacheren Formeln leichter zu thun im Stande sind.

Für optisch einaxige Medien vereinfachen sich unsere Gleichungen dadurch, daß wir $a = b$ setzen können, wesentlich. Es ist dann diejenige Elasticitätsaxe, welche mit den Coordinatenaxen die Winkel α_3, β_3 und γ_3 bildet, die einzige optische Axe. Der Winkel m wird sonach 0, also auch

$$a_1 = a_2 = \alpha_3$$
$$b_1 = b_2 = \beta_3$$
$$c_1 = c_2 = \gamma_3$$
$$\varphi_1 = \varphi_2$$

Die Geschwindigkeiten, mit welchen sich die beiden gebeugten Wellen, deren Normalen mit den Coordinatenaxen die Winkel α', β' und γ' bilden, fortpflanzen, sind nach Gleichung (3)

$$
\begin{aligned}
v_\alpha &= a \\
v_\beta &= \sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha'\cos\alpha_s+\cos\beta'\cos\beta_s+\cos\gamma'\cos\gamma_s)^2}
\end{aligned} \tag{6}
$$

Die Geschwindigkeiten für die einfallenden Wellen ergeben sich unmittelbar aus diesen Gleichungen (6), sobald α, β und γ statt α', β' und γ' gesetzt wird.

Durch Einführung der obigen Werthe in die Gleichungen (II) ergeben sich die Richtungen der gebeugten Wellen in optisch einaxigen Medien.

Eine ordentliche einfallende Welle, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit a gesetzt werden kann, erzeugt für jedes n vier gebeugte ordentliche Wellen, zwei derselben als durchgehende und zwei als reflectirte. Die Richtungen ihrer Normalen, oder, da hier Normale und Strahl identisch sind, auch ihrer Strahlen ergeben die Gleichungen

$$\cos\gamma = \cos\gamma' \tag{IIIa}$$

$$\cos\alpha = \cos\alpha' \pm \frac{na\tau}{b+c}, \tag{IIIb}$$

wobei jedoch immer die Bedingungsgleichung

$$\cos^2\alpha' + \cos^2\beta' + \cos^2\gamma' = 1$$

hinzuzufügen ist.

Die Richtungen der Normalen der für ein bestimmtes n auftretenden vier gebeugten außerordentlichen Wellen, welche dieser ordentlichen einfallenden Welle ihre Entstehung verdanken, liefern die Gleichungen

$$\frac{\cos\gamma}{a} = \frac{\cos\gamma'}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha'\cos\alpha_s+\cos\beta'\cos\beta_s+\cos\gamma'\cos\gamma_s)^2}} \tag{IVa}$$

$$\frac{\cos\alpha}{a} = \frac{\cos\alpha'}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha'\cos\alpha_s+\cos\beta'\cos\beta_s+\cos\gamma'\cos\gamma_s)^2}} \pm \frac{n\tau}{b+c}. \tag{IVb}$$

Eine einfallende außerordentliche Welle erzeugt vier gebeugte ordentliche Wellen. Die Richtungen ihrer Normalen oder ihrer Strahlen werden aus folgenden Gleichungen erhalten

$$\frac{\cos\gamma}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_s+\cos\beta\cos\beta_s+\cos\gamma\cos\gamma_s)^2}} = \frac{\cos\gamma'}{a} \tag{Va}$$

$$\frac{\cos\alpha}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_s+\cos\beta\cos\beta_s+\cos\gamma\cos\gamma_s)^2}} = \frac{\cos\alpha'}{a} \pm \frac{n\tau}{b+c} \tag{Vb}$$

Endlich werden durch die Gleichungen

$$\frac{\cos\gamma}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_3+\cos\beta\cos\beta_3+\cos\gamma\cos\gamma_3)^2}}$$

$$=\frac{\cos\gamma'}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha'\cos\alpha_3+\cos\beta'\cos\beta_3+\cos\gamma'\cos\gamma_3)^2}} \qquad \text{(VIa)}$$

$$\frac{\cos\alpha}{\sqrt{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_3+\cos\beta\cos\beta_3+\cos\gamma\cos\gamma_3)^2}}$$

$$=\frac{\cos\alpha'}{\sqrt{c^2+(a^2+c^2)(\cos\alpha'\cos\alpha_3+\cos\beta'\cos\beta_3+\cos\gamma'\cos\gamma_3)^2}}\pm\frac{n\tau}{b+c} \qquad \text{(VIb)}$$

die Richtungen der Normalen der gebeugten außerordentlichen Wellen bestimmt, welche durch eine einfallende außerordentliche Welle erregt werden.

Werden in den eben gefundenen Relationen (IIIa), (IVa), (Va) und (VIa) die Werthe aus den Gleichungen (4) substituirt, so erhält man die Gleichungen der Flächen der gebeugten Wellennormalen. Sie sind erstens für die Fläche der gebeugten ordentlichen Wellennormalen, entstanden aus einer einfallenden ordentlichen Welle

$$(x^2+y^2)\cos^2\gamma-z^2\sin^2\gamma=0, \qquad \text{(VII)}$$

d. i. wie bei isotropen Medien eine Kegelfläche, deren erzeugende Geraden mit der Z-Axe einen Winkel γ bildet. Zweitens für die Fläche der gebeugten außerordentlichen Wellennormalen, hervorgerufen durch eine ordentliche einfallende Welle

$$\frac{\cos^2\gamma}{a^2}=\frac{z^2}{c^2(x^2+y^2+z^2)+(a^2-c^2)(x\cos\alpha_3+y\cos\beta_3+z\cos\gamma_3)^2} \qquad \text{(VIII)}$$

Drittens für die Fläche der gebeugten ordentlichen Wellennormalen, erregt durch eine einfallende außerordentliche Welle

$$\frac{a^2\cos^2\gamma\,(x^2+y^2+z^2)}{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_3+\cos\beta\cos\beta_3+\cos\gamma\cos\gamma_3)^2}-z^2=0, \qquad \text{(IX)}$$

d. i. eine Kegelflüche, deren erzeugenden Geraden mit der Z-Axe einen Winkel ε bilden, welcher durch die Gleichung bestimmt wird

$$\operatorname{cotg}^2\varepsilon=\frac{a^2\cos^2\gamma}{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_3+\cos\beta\cos\beta_3+\cos\gamma\cos\gamma_3)^2}$$

endlich viertens für die Fläche der durch die außerordentliche einfallende Welle erregten außerordentlichen gebeugten Wellennormalen

$$\frac{\cos^2\gamma}{c^2+(a^2-c^2)(\cos\alpha\cos\alpha_3+\cos\beta\cos\beta_3+\cos\gamma\cos\gamma_3)^2}$$
$$=\frac{z^2}{c^2(x^2+y^2+z^2)+(a^2-c^2)(x\cos\alpha_3+y\cos\beta_3+z\cos\beta_3)^2} \quad (X)$$

Um die Gleichungen der Flächen der gebeugten außerordentlichen Strahlen zu erhalten, ist zu bedenken, daß die Gleichung der Wellenfläche für die außerordentlichen Wellen, auf die Elasticitätsaxen als Coordinatenaxen bezogen, ist

$$\frac{x^2}{v_e^2}+\frac{y^2}{v_e^2}+\frac{z^2}{v_o^2}=1,$$

wobei die Z-Axe optische Axe ist, und v_o die Geschwindigkeit des ordentlichen und v_e jene der außerordentlichen Wellen, welche sich senkrecht zur optischen Axe fortpflanzen, sind. Da aber bekanntlich

$$v_o=a \text{ und } v_e=c$$

gesetzt werden kann, so wird die Gleichung der Wellenfläche auch in folgender Form sich darstellen

$$(x^2+y^2)\,c^2+a^2z^2=m^2 \quad (7)$$

wobei $m^2=a^2c^2$ zu setzen ist.

Da wir oben angenommen haben, daß die optische Axe mit den Coordinatenaxen die Winkel α_3, β_3, γ_3 bildet, und die Gitterlinien nicht parallel sind zu dieser optischen Axe, so haben wir die obige Gleichung (7) des außerordentlichen Theiles der Wellenfläche auf unser ursprünglich angenommenes Coordinatensystem zu beziehen. Nehmen wir an, daß zwei senkrecht zu einander stehende, in der Äquatorialebene des Rotationsellipsoides liegende Linien, als Elasticitätsaxen, mit unseren Coordinatenaxen die Winkel $\alpha_1\ \beta_1\ \gamma_1$ und $\alpha_2\ \beta_2\ \gamma_2$ bilden, von denen einer 90° betragen kann, so läßt sich nach den gewöhnlichen Relationen für die Umwandlung der Coordinaten unsere Gleichung (7) auf folgende Form bringen

$$U=Ax^2+By^2+Cz^2+Dxy+Exz+Fyz-m^2=0, \quad (8)$$

wobei vorausgesetzt ist, daß die Z-Axe parallel den Gitterspalten, welche sämmtlich in der XZ-Ebene liegen, und daß

$$\begin{aligned}
A &= c^2 \sin^2\gamma_1 + a^2 \cos^2\gamma_1 \\
B &= c^2 \sin^2\gamma_2 + a^2 \cos^2\gamma_2 \\
C &= c^2 \sin^2\gamma_3 + a^2 \cos^2\gamma_3 \\
D &= 2 \cos\gamma_1 \cos\gamma_2 \, (a^2 - c^2) \\
E &= 2 \cos\gamma_1 \cos\gamma_3 \, (a^2 - c^2) \\
F &= 2 \cos\gamma_2 \cos\gamma_3 \, (a^2 - c^2).
\end{aligned}$$

Ferner bestehen zwischen den Winkeln $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ und $\alpha_3, \beta_3, \gamma_3$ noch folgende Bedingungsgleichungen

$$\begin{aligned}
&\cos^2\alpha_1 + \cos^2\beta_1 + \cos^2\gamma_1 = 1 \\
&\cos^2\alpha_2 + \cos^2\beta_2 + \cos^2\gamma_2 = 1 \\
&\cos^2\alpha_3 + \cos^2\beta_3 + \cos^2\gamma_3 = 1 \\
&\cos\alpha_1 \cos\alpha_2 + \cos\beta_1 \cos\beta_2 + \cos\gamma_1 \cos\gamma_2 = 0 \\
&\cos\alpha_1 \cos\alpha_3 + \cos\beta_1 \cos\beta_3 + \cos\gamma_1 \cos\gamma_3 = 0 \\
&\cos\alpha_2 \cos\alpha_3 + \cos\beta_2 \cos\beta_3 + \cos\gamma_2 \cos\gamma_3 = 0.
\end{aligned}$$

Ähnlich den Gleichungen (5) erhält man die Cosinuse der Neigung der Wellennormale, welche jenen Strahl, der durch den Punkt M mit den Coordinaten x, y, z und durch O geht, entspricht, nach

$$\left.\begin{aligned}
\cos\alpha' &= \frac{2Ax+Dy+Ez}{\sqrt{(2Ax+Dy+Ex)^2+(Dx+2By+Fz)^2+(Ex+Fy+2Cz)^2}} \\
\cos\beta' &= \frac{Dx+2By+Fz}{\sqrt{(2Ax+Dy+Ex)^2+(Dx+2By+Fz)^2+(Ex+Fy+2Cz)^2}} \\
\cos\gamma' &= \frac{Ex+Fy+2Cz}{\sqrt{(2Ax+Dy+Ex)^2+(Dx+2By+Fz)^2+(Ex+Fy+2Cz)^2}}
\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Diese Werthe in die Gleichungen (IV a) und (VI a) substituirt, geben dann die gesuchten Gleichungen der Flächen der gebeugten außerordentlichen Strahlen. Die Gleichungen für die Flächen der gebeugten ordentlichen Strahlen sind mit jenen der Wellennormalen, wie wir dies schon oben bemerkten, identisch. Die Substitution der Werthe aus (9) in (IV a) und (VI a) wollen wir hier ebenfalls nicht weiter durchführen, da wir es ohnehin bei dem folgenden speciellen Falle werden thun müssen.

Brewster [1] hatte zuerst auf die vier Ringe, welche gewisse Varietäten des Doppelspathes zeigen, aufmerksam gemacht, wenn man durch sie einen leuchtenden Punkt betrachtet. Stoney gab später eine ausführlichere Erklärung dieser Erscheinung, die jedoch nur in einer kurzen Notiz [2] veröffentlicht ist. Ebenso hat Plücker [3] nur einen Auszug aus einer größeren Abhandlung publicirt, in welchem einige Andeutungen, sowohl über die Form und Lage dieser Ringe, als auch über ihre Entstehung gegeben werden. Diese Kalkspathe sind nämlich durchzogen von einer großen Anzahl hohler und äußerst feiner Röhrchen, die alle zu einer Axenkante des Grundrhomboëders parallel sind. Sobald nun von einem entfernten leuchtenden Punkte auf ein solches Rhomboëder Lichtstrahlen fallen, werden sie gebrochen und durch die cylindrische Fläche der Röhrchen reflectirt. War das auffallende Licht unpolarisirt, so wird der auffallende Strahlenbündel zerlegt in zwei, in einen ordentlichen und in einen außerordentlichen. Der ordentliche Strahl erzeugt nach der Reflexion einen Kegel, zusammengesetzt aus den reflectirten ordentlichen Strahlen, und einen Kegel bestehend aus den reflectirten außerordentlichen Strahlen. Der erstere Kegel liefert, nach nochmaliger Brechung an der dem Auge zugewendeten Rhomboëderfläche die ordentliche Diahelie, der zweite die außerordentliche Parahelie. Ganz ähnlich liefern die gebrochenen außerordentlichen Strahlen nach der Reflexion an den Röhrchen einen Kegel außerordentlicher und einen Kegel ordentlicher Strahlen. Der erstere liefert nach nochmaliger Brechung die außerordentliche Diahelie, der zweite die ordentliche Parahelie. Da bei einem doppeltbrechenden Medium, namentlich bei einer solchen Annahme der reflectirenden Fläche, vorzugsweise nur jene Wellen reflectirt werden, die derselben Art angehören wie die auffallenden, während diejenigen der anderen Art zurückstehen müssen, so wird auch die Intensität der Diahelien eine weit bedeutendere sein, als jene der Parahelien. Die Form und Lage dieser hellen krummen Linien sind verschieden, je nach der Lage des Kalkspathrhomboëders gegen die einfallenden Strahlen. Form und Lage dieser Ringe ändern

[1] Report of the XVI, Meeting of the British Association, held at York. 1844, pag. 9.

[2] Report of the XXX Meeting of the British Association, held at Oxfort. pag. 19.

[3] Verhandlungen des naturw. Vereines der preuß. Rheinlande und Westphalens. 22. Bd. Sitzungsber. S. 10 und 100.

sich nämlich sehr rasch bei nur sehr geringer Änderung der Lage des Rhomboëders. Bei bestimmten Stellungen ziehen sie sich mit Ausnahme der ordentlichen Parahelie in einen diffusen Punkt zusammen, bei anderen gehen sie in gerade Linien über. Ihre Radien sind bald größer, bald kleiner. Wenn man sich das Rhomboëder etwa so gestellt denkt, daß der Hauptschnitt, zu welchem die feinen Röhrchen parallel sind, horizontal ist, die Drehung dann um eine verticale Axe in einem Sinne, wie ihn Fig. 4 darstellt, stattfindet, ferner die einfallenden Strahlen horizontal sind, so kann man zuerst die ordentliche Diahelie, dann die außerordentliche Diahelie und bei weiterem Drehen die außerordentliche Parahelie zum Verschwinden, d. i. zum Zusammenziehen in einem Punkte, bringen. Dreht man noch weiter, so werden die Radien dieser Ringe immer größer, bis sie sich nach einander in gerade verticale Linien verwandeln, um dann wieder Ringe, aber mit negativen Krümmungsradien zu werden. Wenn man bei dieser Anordnung vor dem Doppelspathe einen Nikol so stellt, daß das aus ihm austretende Licht vertical schwingt, so erscheint nur die ordentliche Diahelie und die außerordentliche Parahelie. Stellt man hinter dem Kalkspathe wieder einen zweiten Nikol parallel zum ersten auf, so erscheint nur die ordentliche Diahelie, die außerordentliche Parahelie ist verschwunden. Dies zeigt, daß die ordentlichen auffallenden Strahlen durch Reflexion einen Kegel ordentlicher und einen Kegel außerordentlicher Strahlen erregen. Dreht man aber den zweiten Nikol um 90°, so erscheint nur die außerordentliche Parahelie, die ordentliche Diahelie ist verschwunden. Da die Schwingungsrichtungen der einzelnen Strahlen des reflectirten Kegels nicht vollkommen parallel denjenigen des einfallenden sind, so werden auch namentlich die von der horizontalen Richtung stärker abweichenden Strahlen von dem zweiten Nikol nicht vollkommen ausgelöscht werden können, es werden also diese Theile der krummen Linie stets etwas heller bleiben. Nur dann, wenn die Durchmesser der Ringe eine gewisse Grenze nicht übersteigen, werden sie als vollkommen ausgelöscht angesehen werden können. Ganz etwas Ähnliches geschieht, wenn das aus dem ersten Nikol kommende Licht horizontal schwingt. Man sieht dann nur die außerordentliche Diahelie und die ordentliche Parahelie. Bei paralleler Stellung des zweiten Nikols ist nur die außerordentliche Diahelie, bei gekreuzter Stellung nur die ordentliche Parahelie zu sehen. Die von Plücker gemachte Voraussetzung, daß

die Röhrchen parallel den Grundrhomboëderflächen angeordnet sind, ist, wie aus diesen Versuchen hervorgehen dürfte, zur Erklärung der Parahelien nicht nothwendig, da ein einziges Röhrchen dieselben Erscheinungen zeigen muß.

Die Gleichungen der oben betrachteten reflectirten Kegel sind mit den von uns abgeleiteten Flächen der gebeugten Strahlen vollkommen identisch. Es wird durch sie die Erscheinung ebenso vollkommen gegeben und die Continuität der Ringe würde ebenso, wie wir dies schon oben für mehrere hintereinander stehende Gitter bemerkt haben, ihre Erklärung finden, so zwar, daß man diese Erscheinung auch als eine durch die eingeschobenen Röhrchen hervorgerufene Beugungserscheinung ansehen kann. Wenn auch in diesem speciellen Falle die Diahelien und Parahelien ebenso gut als Reflexionserscheinung wie als Beugungserscheinung angesehen werden können, so sind andere ähnliche Erscheinungen doch nur als Beugungserscheinung zu betrachten. Es gibt nämlich gewisse Varietäten des natürlich vorkommenden kohlensauren Bleioxydes, in welchen die durch Zwillingsbildung hervorgerufenen parallelen Linien beinahe in einer Ebene liegend so nahe aneinander gerückt sind, daß deutliche Beugungsspectra rechts und links auftreten, wenn man durch sie gegen einen leuchtenden Punkt sieht. Beim Drehen der Platte ändern sich die Formen der krummen Linien, ebenso wie bei einem gewöhnlichen Gitter und ebenso wie hier beim Kalkspathe. Der zwölfstrahlige Stern, welchen eine aus South Burgess in Canada stammende Glimmervarietät beim Durchsehen gegen einen Lichtpunkt zeigt, auf welchen ich vielleicht bei einer andern Gelegenheit zurückkommen werde, ergibt sich ebenso als eine Beugungserscheinung, hervorgerufen durch eingewachsene Cyanitkrysalle [1]). Es lassen sich namentlich bei dünneren Stücken dieses Glimmers sehr gut die einzelnen Beugungsspectra erkennen. Auch hier ändert sich beim Drehen des Glimmers die Form der Strahlen. Beim senkrechten Durchsehen sind sie gerade Linien. Neigt man aber den Glimmer gegen die Sehrichtung, so gehen diese in ähnliche krumme Linien über, wie sie sich beim Kalkspathe zeigen.

Mit dem mir zu Gebote stehenden, im Besitze des Wiener k. k. physikalischen Institutes sich befindenden fibrösen Kalkspathe,

---

[1]) G. Rose. Pogg. Ann. 117. 632.

hatte ich zur Verification meiner Formeln einige Beobachtungen gemacht, die ich im Folgenden mittheilen will.

Für das Grundrhomboëder des Kalkspathes ist der Axenkantenwinkel $= 105°5'$, somit die Axe $ab = \sqrt{2} \cdot 1985$, sobald die Seite des Sechseckes der horizontalen Projection oder, was dasselbe ist, $ce = 1$ (Fig. 5) gesetzt wird. Es sind also in einem Hauptschnitte die Winkel $cab = 63°42'$, $abc = 45°20'$, $ace = 26°18'$ und $bce = 44°40'$. Nehmen wir an, ac sei jene Axenkante, zu welcher alle Röhrchen parallel sind, so ist die Neigung γ_2 der optischen Axe gegen die Z-Axe $= 63°42'$. Die optische Axe wollen wir, da dies in unserem Belieben steht, in die YZ-Ebene verlegen, so daß $\alpha_2 = 90°$ und $\beta_2 = 90 - \gamma_2$ wird, um unsere allgemeinen Gleichungen vereinfachen zu können. Gleichzeitig können wir statt a, $\frac{1}{\mu_o}$ und statt c, $\frac{1}{\mu_e}$ setzen, wo μ_o der Brechungsquotient für die ordentlichen, μ_e jener für die außerordentlichen bedeutet.

Wir wollen zuerst die Bedingungen untersuchen, unter welchen sich die Diahelien und die Parahelien zu einem diffusen Punkte zusammenziehen.

Die ordentliche Diahelie wird sich zu einem solchen Punkte zusammenziehen, sobald der Kegel der gebeugten ordentlichen Wellennormalen und der gebeugten Strahlen in eine Gerade übergeht, sobald also sowohl der einfallende als auch der gebeugte Strahl sich in der Richtung mn (Fig. 5) der Röhrchenaxe bewegt. mn bildet mit der Normalen der Rhomboëderfläche be den Winkel $19°2'$, ihm entspricht ein einfallender Strahl, der gegen dieselbe Normale die Neigung α hat. Nimmt man für μ_o und μ_e die Brechungsquotienten, wie sie im Kalkspathe den Linien D entsprechen, also

$$\mu_o = 1 \cdot 65850\,, \quad \mu_e = 1 \cdot 48635,$$

so wird, da $\sin\alpha = \mu_o \sin 19°2'$ ist, $\alpha = 32°45'$. Der Versuch ergab $\alpha = 31°20'$. Dieser Versuch wurde auf folgende Art angestellt. Auf dem Tischchen eines Goniometers wurde der Kalkspath so befestigt, daß die beiden Rhomboëderflächen be und ae vertikal, der Hauptschnitt $abcd$ aber horizontal war. Der Collimator war entfernt worden und das Beobachtungsfernrohr so gestellt, daß die im Fensterladen angebrachte Öffnung, durch welche Sonnenlicht auf den Kalkspath fiel, durch diesen Kalkspath deutlich gesehen wurde. Hierauf wurde

das Tischchen so lange gedreht, bis die im Fernrohre sichtbare Diahelie sich in einem Punkte zusammenzog, und sodann der Reflexionswinkel der direct kommenden Strahlen gemessen, indem das Fernrohr so lange verschoben wurde, bis das an der ersten Rhomboëderfläche reflectirte Bild der Öffnung mit dem Fadenkreuze coincidirte.

Die außerordentliche Diahelie wird sich zu einem Punkte zusammenziehen, sobald der außerordentliche einfallende Strahl sich in der Richtung *mn* fortpflanzt. Die Geschwindigkeit dieses Strahles ist aber $= 0{\cdot}65668$. Der auf die Rhomboëderfläche einfallende Strahl wird also mit der Normalen dieser Rhomboëderfläche einen Winkel α bilden, welcher nach der Gleichung $\sin\alpha' = \frac{\sin 19^\circ 2'}{65668}$ ist: $21^\circ 52'$. Der Versuch ergab $20^\circ 52'$. Die diesem einfallenden Strahle entsprechende gebrochene außerordentliche Welle pflanzt sich mit der Geschwindigkeit $0{\cdot}65425$ in einer Richtung fort, die im Hauptschnitte liegend mit der optischen Axe einen Winkel $= 58^\circ 24'$ bildet.

Die Beobachtungen weichen hier von dem berechneten Werth um mehr ab, als die Beobachtungsfehler erwarten ließen. Berechnet man aber aus den beobachteten Einfallswinkeln die Brechungswinkel der ordentlichen und außerordentlichen Strahlen, so ergeben sich diese ziemlich übereinstimmend als $18^\circ 16'$ und $18^\circ 20'$. Es scheint sich daraus zu ergeben, daß die Röhrchen nicht vollkommen parallel der Axenkante sind, da nicht anzunehmen ist, daß die Grundgestalt und die Brechungsquotienten dieses Kalkspathes so wesentlich von denjenigen der übrigen abweichen sollten. Es war leider nicht möglich die Kantenwinkel direct zu bestimmen, da vier Rhomboëderflächen geschwärzt waren, also nicht reflectirten.

Um die Bedingungen des Verschwindens der außerordentlichen Parahelie aufzusuchen, haben wir, da die gebeugten außerordentlichen Strahlen sich in der Richtung *mn*, also in der Richtung der *Z*-Axe fortpflanzen, in den Gleichungen (9) $x = y = 0$ zu setzen, die so erhaltenen Werthe in die Gleichung (IV a) zu substituiren, und $\cos\gamma$ daraus zu suchen. Man erhält, wenn man diese Substitution durchführt

$$\cos\gamma = \frac{1}{\mu_0}\sqrt{\cos^2\gamma_3 \,.\, \mu_o^2 + \sin^2\gamma_3 \,.\, \mu_e^2}$$

$$\gamma = 23^\circ 26'.$$

Da zur Bestimmung der übrigen Winkel α und β nur noch die eine Gleichung $\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$ vorhanden ist, so folgt, daß es eine Reihe einfallender ordentlicher Strahlen gibt, welche alle mit der Z-Axe den Winkel γ bilden, also in einer Kegelfläche liegend ein Verschwinden der außerordentlichen Parahelie bedingen. Auch ist ersichtlich, daß ein solches Verschwinden bei optisch negativen Medien nur möglich ist, sobald $\mu_o^2 > \mu_o^2 \cos^2\gamma_3 + \mu_e^2 \sin^2\gamma_3$ sobald also $\mu_o > \mu_e$ ist. Das Zusammenziehen der außerordentlichen Parahelie zu einem Punkte ist bei optisch positiven einaxigen Medien nicht möglich. Die im Hauptschnitte einfallenden beiden ordentlichen Strahlen bilden mit *mn* den Winkel 23°26′, mit der Normalen der Rhomboëderfläche also die Winkel —4°14′ und —42°28′. Im Allgemeinen gibt es also zwei verschiedene Lagen, bei welchen die im Hauptschnitte einfallenden ordentlichen, also auch die auf das Rhomboëder auffallenden Strahlen ein Zusammenziehen der Parahelie mit sich bringen. Beim Kalkspathe ist jedoch nur eine derselben möglich. da für einen Brechungswinkel —42°28′ kein Einfallswinkel existirt. Dem Brechungswinkel —4°24′ entspricht ein Einfallswinkel $\alpha'' =$ —7°19′. Die Beobachtung ergab —8°10′. Das negative Zeichen zeigt hier an, daß der Einfallswinkel auf der entgegengesetzten Seite der Normalen der Rhomboëderfläche liege, wie die oben gefundenen, für das Verschwinden der Diahelien. Auch hier zeigt sich eine ähnliche Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung, welche auch hier wieder für eine kleinere Neigung der Röhrenaxen gegen die optische Axe, als jene ist, die sich aus der Krystallform ergibt, spricht.

Um endlich die Bedingungen des Zusammenziehens in einen Punkt der ordentlichen Parahelie zu erhalten, haben wir, da sich die gebeugten ordentlichen Wellen und Strahlen in der Richtung der Z-Axe fortpflanzen, in der Gleichung (Va) $\gamma' = 0$, $\cos\gamma' = 1$ zu setzen. Die so erhaltene Gleichung, in Verbindung mit jener $\cos\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$, bestimmt die Winkel der einfallenden Wellennormalen ebenfalls nicht vollkommen, sondern ergibt eine Reihe solcher Wellennormalen, welche alle in einem Kegel liegen, über dessen Zusammenhang mit den Flächen der gebeugten Wellennormalen wir bereits im allgemeinen Theile unserer Betrachtung Näheres bemerkten. Im Hauptschnitte selbst ist $\alpha = 0$, somit $\cos\beta = \sin\gamma$. Diese Substitution eingeführt, erlaubt γ zu bestimmen, und zwar erhält man nach einfachen Reductionen

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{(\mu_o^2-\mu_e^2) \pm \mu_e \sin\gamma_3 \sqrt{(\mu_e^2-\mu_o^2)\cos^2\gamma_3-\mu_o^2\sin^2\gamma_3}}{\mu_e^2\sin^2\gamma_3+\mu_o^2\cos^2\gamma_3}.$$

In dem Hauptschnitte gibt es also zwei Lagen der einfallenden außerordentlichen Wellennormale, welche ein Zusammenziehen der ordentlichen Parahelie bedingt. Für den Kalkspath ist aber ein solches Zusammenziehen nicht möglich, denn, da $\mu_o > \mu_p$, wird der Ausdruck für tg γ stets imaginär. Wie also bei den optisch negativen Substanzen ein Zusammenziehen der außerordentlichen Parahelie nicht stattfinden konnte, so kann ein solches bei den optisch positiven für die ordentliche Parahelie nicht eintreten. So lange überhaupt $\mu_e^2 \cos^2\gamma_3 < \mu_o^2$ ist, bleibt immer ein solches Zusammenziehen eine Unmöglichkeit, so daß es sogar optisch negative einaxige Medien gibt, bei welchen dieses Zusammenziehen nicht möglich ist. Aus der ganzen Ableitung ist zu ersehen, daß es eine Grenze der einfallenden außerordentlichen Wellen gibt, welche erreicht kein Auftreten einer ordentlichen Parahelie erlaubt, *„a curious case of impossible reflexion“* wie sich Stoney ausdrückt.

Bei den bisherigen Betrachtungen hatten wir auf die nochmalige Brechung, welche die gebeugten Wellen und Strahlen an der zweiten Rhomboëderfläche erfahren, bevor sie ins Auge gelangen, keine Rücksicht zu nehmen gebraucht, da durch diese Brechung das Zusammenziehen der Diahelien und Parahelien zu einem Punkte keine Veränderung erleidet. Die gerade Linie, welche uns in diesem Falle die Fläche der gebeugten Wellennormalen oder Strahlen repräsentirt, bleibt auch nach der Brechung eine Gerade. Anders ist es aber, wenn wir irgend eine andere Lage der einfallenden Wellennormale betrachten. Die Form des Kegels, welchen die gebeugten Wellennormalen oder Strahlen nach dem Austritte aus dem Rhomboëder bilden, ist wesentlich verschieden von der, welche sie innerhalb desselben besitzen. Wir werden die Gleichung dieses Kegels leicht finden, wenn wir durch O und durch einen Punkt mit den Coordinaten x, y, z eine Gerade legen, diese als einfallenden Strahl betrachten, und ihm entsprechend die gebrochenen Strahlen aufsuchen und schließlich die Winkel, welche die diesen Strahlen entsprechenden Wellennormalen mit den Coordinatenaxen bilden, statt α', β', γ' in die Gleichungen (IIIa), (IVa), (Va) und (VIa) setzen. Die Ableitung dieser Gleichungen nimmt viel zu viel Raum ein, als daß wir hier dieselben geben könnten, und wollen deshalb

nur jenen speciellen Fall ins Auge fassen, bei welchem es sich um die Fläche der gebeugten ordentlichen Strahlen handelt. Um den Formeln eine einfachere Form geben zu können, sind wir auch genöthigt das Coordinatensystem so zu wählen, daß die Z-Axe mit der Normalen der brechenden Rhomboëderfläche zusammenfällt. Die durch den Coordinaten-Mittelpunkt O (Fig. 6) zu den Gitterlinien parallel gelegte Linie OA schneide in A eine Kugel, welche in O ihren Mittelpunkt hat, so daß der Bogen $AZ = \varphi$ die Neigung der Gitterlinie gegen die Normale der Rhomboëderfläche ist. Für unseren Kalkspath ist also die XZ-Ebene der Hauptschnitt. Ein durch die Rhomboëderfläche austretender, in unser Auge gelangender Strahl, d. i. eine erzeugende Gerade unserer Fläche der gebeugten Strahlen nach der Brechung, schneide durch O gelegt unsere Kugelfläche in B, derselbe bilde mit den Coordinatenaxen die Winkel a, b, c, so daß unter x, y, z die Coordinaten eines Punktes dieser Erzeugenden verstanden, ist

$$\cos a = \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}},$$

$$\cos b = \frac{y}{\sqrt{x^2-y^2+z^2}}, \quad \cos c = \frac{z}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}.$$

Der diesem Strahl entsprechende gebrochene, sich im Rhomboëder fortpflanzende gebeugte Strahl schneide die Kugel in C, wobei C natürlich in der Einfallsebene, also auch im größten Kreise BZ liegt, so zwar, daß, wenn $ZC = c'$ ist, auch

$$\sin c' = \frac{\sin c}{\mu_o}, \quad \cos c' = \frac{1}{\mu_o} \sqrt{\mu_o^2 - \sin^2 c}$$

Der Bogen AC ist dann $= \gamma$, d. i. die Neigung der gebeugten Strahlen gegen die Gitterlinien. Aus dem sphärischen Dreiecke AZB, in welchem $\cos AZB = -\frac{\cos a}{\sin c}$, wird

$$\cos \gamma = \cos c' \cos \varphi - \sin \varphi \cos a.$$

Substituirt man in diese Gleichungen die Werthe für a, c und c', so erhält man für die Gleichung der Fläche die gebeugten Strahlen nach der Brechung

$$\mu_o \cos \gamma \sqrt{x^2+y^2+z^2} = \cos \varphi \sqrt{\mu_o^2(x^2+y^2+z^2) - (x^2+y^2)} - x \sin \varphi$$

oder nach Hinwegschaffung der Quadratwurzel

$$\begin{aligned}[\mu_o^2(\cos^2\gamma-\cos^2\varphi)(x^2+y^2+z^2)+x^2(\cos^2\varphi-\sin^2\varphi)+y^2\cos^2\varphi]^2 \\ =4x^2\sin^2\varphi\cos^2\varphi\left(\mu_o^2(x^2+y^2+z^2)-(x^2+y^2)\right)\end{aligned} \tag{10}$$

Um aus dieser Gleichung der Kegelfläche, welche bei Beobachtung mit freiem Auge im Mittelpunkte der Krystalllinse, bei Beobachtung mit einem Fernrohre im Mittelpunkte der Objectivlinse, ihre Spitze hat, die Form der ordentlichen Diahelie oder der ordentlichen Parahelie abzuleiten, werden wir diesen Kegel durch eine Ebene schneiden, die senkrecht steht auf die Sehrichtung oder die Axe des Fernrohrs und in dem einen Falle um die deutliche Sehweite p, im anderen Falle um die Brennweite der Objectivlinse von der Spitze entfernt ist. Wir denken uns nun, daß das Auge in derjenigen Richtung sieht, in welcher der gebeugte Strahl für $n=0$ nach der Brechung sich fortpflanzt, daß also das Auge durch das Rhomboëder direct auf den leuchtenden Punkt sieht. Für die ordentliche Diahelie ist diese Richtung parallel mit den von der Lichtquelle auf den Kalkspath fallenden Strahlen. Für die ordentliche Parahelie wird diese Sehrichtung erhalten, wenn man die von der Lichtquelle kommenden Strahlen im Rhomboëder als außerordentliche Strahlen bis an die Ebene des Gitters verfolgt, durch diese Ebene brechen läßt, so daß sie sich als ordentliche weiter fortpflanzen bis an die zweite Rhomboëderfläche, wo sie noch einmal gebrochen werden. Waren die auf die erste Rhomboëderfläche auffallenden Strahlen dem Hauptschnitte parallel gelegen, so werden die Sehrichtungen auch wieder zu ihm parallel sein und zwar für die ordentliche Diahelie so, daß sie mit der Z-Axe einen Winkel ψ bildet, dessen Sinus ist $\mu_o\sin(\gamma-\varphi)$. Diejenige Gerade also, welche den Winkel ψ mit der alten Z-Axe bildet, wollen wir als neue Z-Axe betrachten, ferner annehmen, daß die neue X-Axe auch in der alten XZ-Ebene liegt, so daß also auch die neue Y-Axe mit der alten identisch ist. Wenn wir auf dieses neue Coordinatensystem unseren Kegel (10) beziehen, so haben wir unter ξ, η, ζ die neuen Coordinaten verstanden, in die obige Gleichung (10) zu substituiren

$$\begin{aligned} x &= \xi\cos\psi+\zeta\sin\psi \\ y &= \eta \\ z &= -\xi\sin\psi+\zeta\cos\psi \end{aligned}$$

und um die Gleichung der Diahelie zu erhalten, ist gleichzeitig $\zeta = p$ zu setzen. Diese Gleichung lässt sich auf die Form bringen:

$$(K\xi^2+L\xi+M\eta^2+N)^2 = P(Q\xi^2+R\xi+S)(T\xi^2+U\xi+V\eta^2+W),$$

wobei

$$K = \mu_o^2(\cos^2\gamma-\cos^2\varphi)+\cos^2\psi(\cos^2\varphi-\sin^2\varphi)$$
$$L = 2p(\cos^2\varphi-\sin^2\varphi)\sin\psi\cos\psi$$
$$M = \mu_o^2(\cos^2\gamma-\cos^2\varphi)+\cos^2\varphi$$
$$N = p^2[\mu^2(\cos^2\gamma-\cos^2\varphi)+\sin^2\psi(\cos^2\varphi-\sin^2\varphi)]$$
$$P = 4\sin^2\varphi\cos^2\varphi$$
$$Q = \cos^2\psi$$
$$R = 2\sin\psi\cos\psi$$
$$S = p^2\sin^2\psi$$
$$T = \mu_o^2-\cos^2\psi$$
$$U = -2p\sin\psi\cos\psi$$
$$V = \mu_o^2-1$$
$$W = p^2(\mu_o^2-\sin^2\varphi).$$

Der Krümmungsradius dieser Curve in dem Punkte dessen Coordinaten sind $\xi = \eta = 0$, also im Mittelpunkte des Gesichtsfeldes, ist

$$R = \frac{1}{2} \cdot \frac{2NL-P(US+RW)}{USP-2MN}.$$

Die ordentliche Diahelie wird dem Auge als eine Gerade erscheinen, sobald dieser Krümmungsradius unendlich ist, sobald also

$$2USP = 4MN$$

ist. Substituirt man die obigen Werthe in diese Gleichung und setzt gleichzeitig $\sin\psi = \mu_o\sin(\gamma-\varphi)$, so erhält man nach einigen Reductionen die Gleichung

$$a\cos^4\gamma+b\sin\gamma\cos^3\gamma+c\sin^2\gamma\cos^2\gamma+d\sin^2\gamma+e\sin\gamma\cos\gamma$$
$$+f\cos^2\gamma+g = 0,$$

in welcher

$$a = 2\mu_o^2(1+\cos 2\varphi\sin^2\varphi)$$
$$b = -2\mu_o^2\cos 2\varphi\sin 2\varphi$$
$$c = 2\mu_o^2\cos 2\varphi\cos^2\varphi$$

Di

3

h,
it
s
e

r-
-
e
s
n
ß

und
zu

(*A*
wol

din

Die
sob

ist.
glei
tion

in



$$d = -2\,(\mu_o^2 - 1)\cos^4\varphi$$
$$e = 4\,(\mu_o^2 - 1)\sin\varphi\cos^3\varphi$$
$$f = -2\,\{(\mu_o^2 - 1)(1 + \sin^2\varphi) + \mu_o^2\}\cos^2\varphi$$
$$g = 2\,(\mu_o^2 - 1)\cos^4\varphi.$$

Setzt man in dieser Gleichung

$$\cos\gamma = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\gamma}} \quad \text{und} \quad \sin\gamma = \frac{\operatorname{tg}\gamma}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\gamma}},$$

so erhält man, da wegen $g + d = 0$, das Glied mit $\operatorname{tg}^4\gamma$ wegfällt

$$(a+f+g) + (b+e)\operatorname{tg}\gamma + (c+d+f+2g)\operatorname{tg}^2\gamma + e\operatorname{tg}^3\gamma = 0,$$

aus welcher Gleichung derjenige Werth von γ bestimmt werden kann, für welchen die ordentliche Diahelie in eine Gerade übergeht. Mit diesem so gefundenen Werthe läßt sich auch leicht die Größe des entsprechenden Einfallswinkels der vom leuchtenden Punkte auf die erste Rhomboëderfläche fallenden Strahlen berechnen.

Die Versuche, diesen Einfallswinkel zu messen, ergaben so verschiedene Resultate, daß es nicht möglich war sie mit den berechneten in Übereinstimmung zu bringen. Es ist nämlich für das Auge ungemein schwer zu bestimmen, bei welcher Stellung des Kalkspathes die krumme Linie als Gerade angesehen werden kann. Die Messungen dieses Einfallswinkels weichen oft um 10° von einander ab, so daß ich es nicht für nothwendig hielt aus dieser obigen Gleichung γ selbst zu rechnen.

XXII. SITZUNG VOM 18. OCTOBER 1866.

Herr Dr. G. Tschermak dankt, mit Schreiben vom 15. October, für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede der Akademie.

Herr Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag übersendet eine „Notiz über die männlichen Blüthen von *Juglans regia* L."

Herr Dr. Max Schulz übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur praktischen Lösung der Düngerfrage."

Herr Prof. Dr. J. Redtenbacher legt die in seinem Laboratorium von Herrn Th. Hein ausgeführte „Analyse eines Meteoriten aus Dacca in Bengalen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série. Tome IX, Nr. 1—7; Tome X, Nr. 1—2, St. Pétersbourg, 1866; 4°. — Mémoires in 8°: Tome VIII, Part 2; Tome IX, Part 1. St. Pétersbourg, 1866. (Russisch.) — Bulletin. Tome IX. St. Pétersbourg, 1866; 4°. — Bericht über die VIII. Zuerkennung des Preises Uwarow. St. Petersburg, 1866; 8°.

Accademia Reale, delle scienze di Torino: Memorie. Serie II^da, Tomo XXI. Torino, 1865; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 20. Wien, 1866; 4°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 4° & 8°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 15e Livraison. Paris, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg., Nr. 42. Wien, 1866; 8°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 4° & 8°.

Jahresberichte: Siehe Programme.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 4° & 8°.

Löwen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 4° & 8°.

Programme und Jahresberichte der Gymnasien zu Bistritz, Czernowitz, Feldkirch, Iglau, Leutschau, Marburg, Meran, Schäßburg, Trient, des akademischen Gymnasiums, des Gymnasiums zu den Schotten und der k. k. Theresianischen Akademie zu Wien, der Oberrealschule am Bauernmarkt in Wien und des Ober-Gymnasiums zu Zengg. 4° & 8°.

Reader. Nr. 198, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1866. XVI. Band, Nr. 3. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XVI. Band. Jahrgang 1866. August- & September-Heft. Wien; 8°.

Schlagintweit, Adolphe, and Robert, Results of a scientifique Mission to India and High Asia. Atlas. Part IV. London & Leipzig, 1866; gr. Folio.

Schmidt, Oscar, Zweites Supplement der Spongien des adriatischen Meeres. (Mit Unterstützung der k. Akademie in Wien.) Leipzig, 1866; 4°.

Société géologique de France: Bulletin. II° Série. Tome XXII, Feuilles 27—36. Paris, 1864 à 1865, Tome XXIII, Feuilles 6—29. Paris, 1865 à 1866; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 4° & 8°.

Verein, Naturforschender, zu Riga: Arbeiten. N. F. I. Heft. Riga, 1865; 8°. — Correspondenzblatt. XV. Jahrgang. Riga, 1866; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 82—83. Wien, 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 25. Gratz, 1866; 4°.

Notiz über die männlichen Blüthen von Juglans regia *L.*

Von dem w. M. Dr. Friedrich Rochleder.

Die Kätzchen der gemeinen Wallnuß wurden mit Wasser ausgekocht und das Decoct durch Leinwand colirt. Es ist nach dem Filtriren klar und gelb gefärbt. Mit Bleizuckerlösung versetzt, läßt es einen reichlichen Niederschlag fallen, der auf Filtern gesammelt, mit Wasser gewaschen und mit Essigsäure haltendem Wasser digerirt, sich zum geringsten Theile löst. Der ungelöste, mit Wasser gewaschene Antheil des Niederschlages in Wasser vertheilt, durch Schwefelwasserstoff zersetzt, gibt nach dem Entfernen des Schwefelbleies eine wenig gefärbte Flüssigkeit, die im Wasserbade zur Consistenz eines Syrup eingeengt wurde. Nach längerem Stehen war dieser schmutzig-graubraune Syrup zu einem Kuchen von spießigen Krystallen erstarrt. Er wurde in Leinwand eingeschlagen und zwischen öfters erneutem Löschpapier unter allmälig verstärktem Drucke gepreßt. Der Preßkuchen wurde in möglichst wenig siedendem Wasser gelöst, die heiße Lösung filtrirt, um einige schmutzig-graubraune Flocken zu entfernen und zum langsamen Erkalten hingestellt.

Bald erstarrt die Lösung zu einem Krystallklumpen. (Die graubraunen Flocken, so wie der Stoff, welche die dicke, abgepreßte Mutterlauge der Krystalle braun färbt, rühren von der Zersetzung anderer Bestandtheile der Blüthen her, welche während des Eindampfens der Säurelösung an der Luft durch den Sauerstoff angegriffen werden.)

Die Krystalle können durch Abpressen und nochmaliges Umkrystallisiren aus heißem Wasser farblos und rein erhalten werden. Sie lösen sich in Schwefelsäure ohne Schwärzung auf und entwickeln beim Erhitzen dieser Lösung Kohlensäure und Kohlenoxydgas. Ihre wässerige Lösung bringt in Gypswasser einen Niederschlag hervor, der sich wie oxalsaurer Kalk verhält. Kurz, diese Krystalle sind Oxalsäure, die sich in den männlichen Blüthen in äußerst großer Menge vorfindet.

Das gelbe, wässerige Decoct der männlichen Blüthen wird auf Zusatz von Ammoniakflüssigkeit nicht roth gefärbt, enthält also kein Nucin. Wird es aber mit Salzsäure versetzt, gekocht und von den ausgeschiedenen Flocken abfiltrirt und das Filtrat mit Ätzammoniak versetzt, so wird die Flüssigkeit sogleich intensiv roth. Es scheint daher in den Blüthen kein fertiges Nucin, wohl aber ein Stoff enthalten zu sein, der durch Einwirkung von Mineralsäuren in der Wärme eine Spaltung erleidet, die eine Bildung von Nucin zur Folge hat. Über diese Verhältnisse werde ich später ausführlicher berichten.

Analyse eines Meteoriten aus Dacca in Bengalen.

(Ausgeführt im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Redtenbacher).

Von **Theod. Hein.**

Ich verdanke der Güte des Herrn Directors Hörnes ein Stück des Meteoriten, welcher am 11. August 1863 bei Dacca in Bengalen fiel, und über dessen Fall und sonstige Verhältnisse Herr Hofrath Haidinger in den Sitzungsberichten der kais. Akademie (Bd. XLVIII, pag. 395) ausführlichen Bericht erstattete.

Dieser Meteorit wurde von Herrn Brennand, vom Dacca-Collegium, einer qualitativen Analyse unterzogen und in demselben Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel und Kieselerde nachgewiesen. Ich habe nun denselben quantitativ untersucht und die einzelnen Körper auf nachfolgende Weise bestimmt und folgende Resultate erhalten:

Ein Theil des Meteoriten wurde zur Bestimmung des specifischen Gewichtes verwendet, welches, mit dem Picnometer bestimmt, sich als 3·55 ergab. Der zweite grobgepulverte Theil wurde sorgfältig mit dem Magnete ausgezogen, das Ausgezogene fein gepulvert und noch einmal mit dem Magnete behandelt. Der dabei herausgezogene magnetische Theil betrug 10·75 Procente, während der nicht magnetische Theil 89·25 Procente ausmachte.

Analyse des magnetischen Theiles.

Der magnetische Theil wurde nun in Chlorwasserstoffsäure, der etwas Salpetersäure zugesetzt war, gelöst und der dabei oxydirte Schwefel mit Chlorbaryum gefällt und abfiltrirt. Das Filtrat wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt und daraus Kupfer entfernt. Das Filtrat vom Schwefelkupfer wurde mit chlorsaurem Kali oxydirt und daraus mit kohlensaurem Baryt Eisen und Phosphorsäure gefällt, der Niederschlag gut ausgewaschen, abfiltrirt und mit verdünnter Schwefelsäure behandelt und so die Phosphorsäure und das Eisen gelöst. Diese Lösung wurde durch Ammoniak gefällt, der Nieder-

schlag, nachdem er gut ausgewaschen, mit kohlensaurem Natron geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, das Eisenoxyd durch Ammoniak von der Phosphorsäure getrennt und letztere, als phosphorsaure Bittererde-Ammoniak, gefällt.

Das Filtrat, nachdem es von Baryt durch Schwefelsäure befreit war, wurde etwas eingedampft und mit Kalihydrat gekocht, der dabei entstandene Niederschlag von Nickeloxyd zeigte vor dem Löthrohre eine sehr schwache Kobaltreaction.

Die Analyse ergab in dem magnetischen Theile in 100 Theilen:

Eisen	=	81·86	Theile
Nickel (mit Spur Kobalt)	=	12·87	„
Kupfer	=	0·84	„
Phosphor	=	0·42	„
Schwefel	=	3·80	„
		99·79	

Wird von diesem das Eisensulfuret, also:

Eisen	—	6·65
Schwefel	—	3·80
Schwefeleisen (FeS) .		10·45

abgezogen, so besteht das Nickeleisen, für 100 Theile berechnet, aus:

Eisen	—	84·18	Theile
Nickel (mit Spur Kobalt)	—	14·41	„
Kupfer	—	0·94	„
Phosphor	—	0·47	„
		100	

Nicht magnetischer Theil.

Dieser wurde nach Methoden behandelt, welcher man sich bei den Analysen von Silicaten gewöhnlich bedient; nämlich ein Theil wurde mit kohlensaurem Natron-Kali, der andere, um die Alkalien zu bestimmen, mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen. Da das Silicat auch Schwefel, vielleicht von dem nicht vollkommen ausgezogenen magnetischen Theile, enthielt, so mußte eine Schwefelbestimmung ausgeführt werden, indem eine kleine Menge davon mit

kohlensaurem und salpetersaurem Natron oxydirt, die Masse gelöst und mit Chlorbaryum die entstandene Schwefelsäure gefällt wurde.

Die Analyse des nicht magnetischen Theiles ergab:

Für hundert Theile:

Schwefel . . .	— 0·34	Theile
Kieselsäure . . .	— 36·39	„
Eisenoxydul . . .	— 27·41	„
Nickeloxydul . .	— 0·98	„
Thonerde	— 2·91	„
Kalkerde	— 1·29	„
Bittererde . . .	— 26·32	„
Kali	— 1·11	„
Natron	— 2·37	„
	99·12	

Zieht man auch hier das Eisensulfuret:

Schwefel	= 0·34	Theile
Eisen	= 0·59	„
Schwefeleisen . .	= 0·93	

und dann das Nickeleisen:

Nickel	— 0·77	Theile
Eisen	— 0·73	„
Nickeleisen . .	— 1·50	

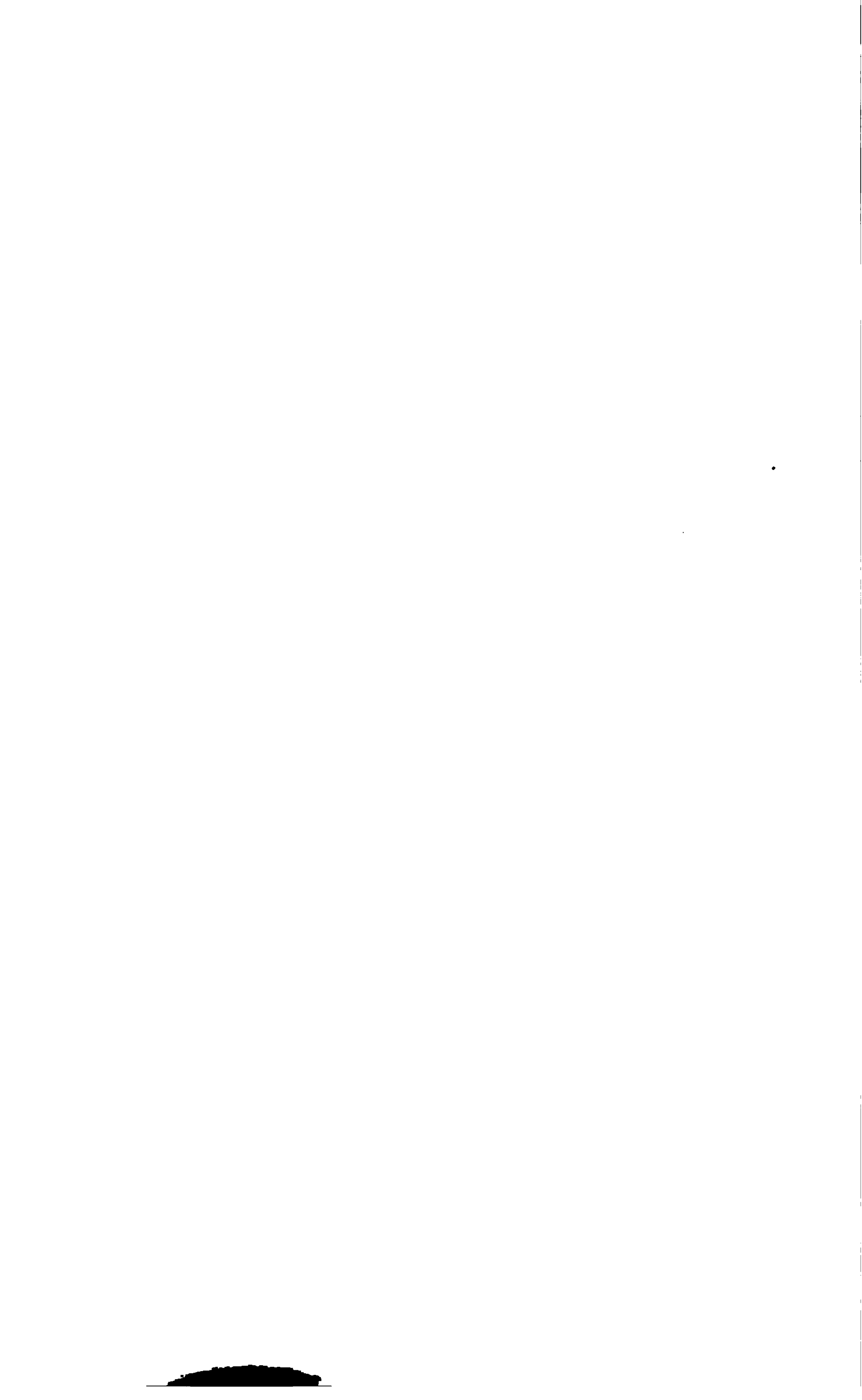
ab, so bleiben als Rückstand auf 100 Theile gerechnet:

Kieselsäure . .	— 37·90	Theile
Eisenoxydul . .	— 26·69	„
Thonerde . . .	— 3·03	„
Kalkerde . . .	— 1·34	„
Bittererde . . .	— 27·41	„
Kali	— 1·16	„
Natron	— 2·47	.
	100	

Stellt man nun aus dem Vorhergefundenen, den procentischen Gehalt aller in Meteoriten vorkommenden Körper zusammen, so ergibt sich:

Eisen	— 10·38	Percente
Nickel	— 1·63	„
Kupfer	— 0·11	„
Phosphor	— 0·05	„
Schwefel	— 0·78	„
Eisenoxydul	— 23·88	„
Thonerde	— 2·54	„
Nickeloxydul	— 0·86	„
Kalkerde	— 1·12	„
Bittererde	— 22·90	„
Kali	— 0·67	„
Natron	— 1·50	„
Kieselsäure	— 32·05	„
	98·47	

woraus man ersieht, daß derselbe außer Schwefel- und Nickeleisen, noch Silicate enthält, welche, ihrer Hauptmasse nach, aus eisenreichem Olivin bestehen.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXIII. SITZUNG VOM 2. NOVEMBER 1866.

In Verhinderung des Präsidenten der Classe übernimmt Herr Hofrath Hyrtl den Vorsitz.

Das auswärtige Ehrenmitglied, Herr Geheimrath Dr. K. E. v. Baer theilt in einem Schreiben vom 8./20. October l. J. mit, daß leider die Hoffnungen, ein gut erhaltenes Mammuth, den Forderungen der Wissensehaft gemäß, untersuchen zu können, geschwunden sind.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Graz übersendet eine Anzahl von, nach seiner Methode ausgeführten Photographien (Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. LIV. Bd., II. Abth., S. 123) zur Ansicht, nebst einem versiegelten Schreiben mit dem Ersuchen um Aufbewahrung zur Sicherung seiner Priorität.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über einige Derivate des Thyosinnamins“ von Herrn Dr. R. L. Maly, Professor in Olmütz.

„Über die Carminsäure“ von den Herren Prof. H. Hlasiwetz und Grafen A. Grabowski.

„Über ein Derivat der Rufigallussäure“ von Herrn G. Malin in Innsbruck.

„Osservazioni intorno all' azione della Fisostigmina sugli Anfibii“ von Herrn Dr. Mass. Cav. di Vintschgau.

Herr Director J. Stefan überreicht einen „Nachtrag zu dem Aufsatze: über einen akustischen Versuch“.

Herr Director K. Jelinek legt 4 Bände der von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus gezeichneten meteorologischen Karten für die Zeit vom Juli 1865 bis Ende Juni 1866 zur Ansicht vor.

Herr Dr. Edm. Weiß, Adjunct der k. k. Sternwarte, legt eine genaue Berechnung der beiden Sonnenfinsternisse des Jahres 1867 vor.

Herr Dr. S. L. Schenk übergibt eine im physiologischen Institute der k. k. Wiener Universität ausgeführte Arbeit: „Über die Entwickelung des Herzens und der Pleuroperitonealhöhle in der Herzgegend“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 21. Wien, 1866; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1609—1613. Altona, 1866; 4°.

Baer, K. E. v., Berichte über die Anmeldung eines mit der Haut gefundenen Mammuths und die zur Bergung desselben ausgerüstete Expedition. St. Petersburg, 1866; 8°.

Berlin, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865. 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXV, Nr. 100; Tome XXVI, Nr. 101—104. Genève, Lausanne, Neuchatel, 1866; 8°.

Carus, C. G., Über Begriff und Vorgang des Entstehens. (Separatabdr. aus Leopoldina, Heft V, Nr. 14 & 15.) Dresden, 1866; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LIII. Nr. 14—16. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 16e—17e Livraisons. Paris, 1866; 8°.

Ecker, Alex., Schädel nordostafrikanischer Völker aus der von Prof. Bilharz in Cairo hinterlassenen Sammlung. (Abhandlgn. der Senckenb. Ges. Bd. VI.) Frankfurt a/M., 1866; 4°.

Freiburg i./Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1863—1866. 4° & 8°.

Gesellschaft, k. k. geographische: Mittheilungen. IX. Jahrg. 1865. Wien; 4°.

— naturforschende zu Freiburg i./Br.: Berichte über die Verhandlungen. Band III, Heft 3 & 4. Freiburg i./Br., 1865; 8°.

— zoologische, zu Frankfurt a/M.: Der zoologische Garten. VII. Jahrg. 1866. Nr. 1—6. Frankfurt a/M.; 8°.

— physikalisch-medicinische: Würzburger medicinische Zeitschrift. VII. Bd., 1. & 2. Hft.; Würzburger naturwissensch. Zeitschrift. VI. Bd., 2. Hft. Würzburg, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 43—44. Wien, 1866; 8°.

Heidelberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865. 4° & 8°.

Kiel, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1865. Bd. XII. Kiel, 1866; 4°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 30—31. Wien, 1866; 4°.

Lüttich, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1863—1865. 4° & 8°.

Mach, Ernst: Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie. Graz, 1867; 8°.

Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde. N. R. VI. Deel, 6. & 7. Aflevering. Utrecht, 1866; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1866, IX. Heft. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. 236e Livraison. Tome VIIIe. Année 1866. Paris; 4°.

Pest, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865/6. 4° & 8°.

Protokoll über die Verhandlungen der 40. General-Versammlung der Actionäre der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Wien, 1866; 4°.

Reader. Nrs. 199—200, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865—1866. 8°, 4° & Folio.

Society, The Royal Dublin: Journal. Vol. IV, Nrs. 32—34. Dublin, 1865; 8°.

— The Asiatic, of Bengal: Journal. N. S. Part I, Nr. 1. Part II, Nr. 1. 1866. Calcutta; 8°. — Proceedings. Title, Index and Appendix for 1865. Calcutta; 1866; 8°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865. 4° & 8°.

Vereeniging, Koninkl. natuurkundige, in Nederlandsch Indië: Natuurkundige Tijdschrift. Deel XXVIII. (VI. Serie. Deel III.) Aflev. 4—6.; Deel XXIX. (VI. Serie. Deel IV.) Aflev. 1. Batavia & 's Gravenhage, 1865; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 84—87. Wien, 1866; 4°.

Wiesner, Julius, Einleitung in die technische Mikroskopie nebst mikroskopisch-technischen Untersuchungen. Wien, 1867; 8°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 26. Gratz, 1866; 4°.

Über einige Derivate des Thiosinnamins.

Von Dr. **Richard L. Maly.**

Einwirkung von Brom auf Thiosinnamin.

In einer alten Abhandlung von Aschoff [1]) findet sich eine Angabe über die Einwirkung von Brom auf Thiosinnamin, worin es heißt, daß dabei ein weißer Niederschlag entsteht, der schnell verschwinde, und bei frischem Bromzusatz wieder entsteht. Dies ist für reines schön krystallisirtes aus rectificirtem Senföl dargestelltes Thiosinnamin unrichtig; ein unreines erzeugt einen solchen Niederschlag aber auch nur als Nebenproduct.

Ich habe in folgender Weise verfahren: Thiosinnamin wurde in Alkohol gelöst, und dazu Brom getröpfelt. Jeder Tropfen verschwindet sogleich darin und die Flüssigkeit behält ihre Farblosigkeit oder schwach gelbliche Färbung. Man muß viel Brom zusetzen, wobei sich die Flüssigkeit etwas erwärmt ohne daß man aber eine Entwicklung von Bromwasserstoff wahrnimmt. Die letzteren Antheile von Brom verschwinden etwas schwieriger, und endlich bleibt die Flüssigkeit gefärbt von freiem Brom. Die Lösung wurde nun im Wasserbade etwas concentrirt und stehen gelassen. Nach 24 Stunden ist sie zu einer schwach gelblichen Krystallmasse erstarrt. Diese ist in Alkohol und Wasser löslich, und kann aus beiden Lösungsmitteln umkrystallisirt werden. Die Krystalle aus Wasser sind deutlicher, farblos mit einem Stich ins Gelbe, spröde und glänzend.

Sie enthalten neben Kohlenstoff und Wasserstoff noch Stickstoff, Brom und Schwefel. Letzterer ist nur auffindbar, wenn die Substanz mit kohlensaurem und chlorsaurem Kalium geglüht wurde, nicht aber in der Lösung derselben in concentrirter Salpetersäure.

Die wässerige Lösung gibt mit Silbernitrat einen reichlichen Niederschlag von Bromsilber.

---

[1]) Journ. f. prakt. Chemie Bd. 4, p. 314.

Am Platinblech schmelzen die Krystalle erst zu einer farblosen klaren Flüssigkeit, die sich bei stärkerem Erhitzen unter Entwicklung von stechend riechenden, und an Allylverbindungen erinnerndem Geruche zersetzt. Es bleibt dann eine sehr lockere leichte, vollständig verbrennbare Kohle. Der Schmelzpunkt liegt bei 146—147° C., also sehr viel höher als der des Thiosinnamins, das bei 70° schmilzt.

Analyse.

1. 0·6655 Grm. farbloser aus Wasser erhaltenen Krystalle gaben mit chromsaurem Blei und viel vorgelegtem Kupfer verbrannt: 0·4255 Grm. Kohlensäure und 0·184 Grm. Wasser.
2. 0·7415 Grm. gleicher Krystalle gaben mit Kalkhydrat geglüht etc. 1·002 Grm. Bromsilber, das ist 0·426 Grm. Brom.

In 100 Theilen macht dies:

Kohlenstoff	17·30
Wasserstoff	3·07
Brom	57·49

Eine solche Zusammensetzung entspricht aber genau einem Körper, der durch Addition von Thiosinnamin und einem Molekül Brom (Br_2) entsteht, und den ich Thiosinnamindibromür nennen will. Er verlangt:

$C_4H_8N_2SBr_2$		
Kohlenstoff . . .	17·39	in 100 Theilen.
Wasserstoff . .	2·90	
Brom	57·97	

Über die Krystallform des Körpers verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Ritter v. Zepharovich folgende Mittheilungen:

„Die zu genauen Messungen nicht geeigneten, meist lanzettförmigen Kryställchen sind wahrscheinlich monoklin, wie die Krystalle des Thiosinnamin, welchen sie auch in Gestalt und Kantenwinkeln nahe stehen. Es sind sechsseitige Säulchen nach der Orthodiagonale, mit den Flächen *oP*, $\infty P\infty$ und $P\infty$, tafelartig durch das vorwaltende *oP*, seitlich geschlossen durch die Hemipyramiden *P*, $4P2$, mPn und — $m'Pn'$. Eine nähere Bestimmung der letzteren Formen ist ihrer stark gekrümmten Flächen wegen, nicht möglich; sie bilden, in einander übergehend, das lanzettförmig zugespitzte freie Ende der aufgewachsenen Kryställchen. Zuweilen erscheinen diese sehr unsym-

metrisch mit triklinem Habitus, indem von den beiden zusammen gehörigen Hemipyramiden-Flächen, seitlich nur eine ausgebildet ist, z. B. vorne 4P2 und rückwärts P, oder das Krystallende schief abgeschlossen wird durch eine Fläche von 4P2 allein.

Zur Vergleichung folgen hier die Winkel, welche für das Thiosinnamin von Schabus[1]) berechnet wurden, neben meinen Beobachtungs-Resultaten:

	Thiosinnamindibromür		Thiosinnamin
oP : ∞P∞	96° 43′	(17)	95° 12′
oP : P∞	123 39	(6)	120 10
P∞ : ∞P∞	139 20	(5)	144 38
oP : P	112 15	(4)	—
oP : —P	—		116 51

Die Zahlen in Klammern zeigen die Anzahl der Messungen an, aus welchen das nebenstehende Mittel sich ergab. Wegen der zum Theil erheblichen Differenzen der einzelnen Messungen wurde auf die obigen Werthe eine weitere Rechnung nicht gegründet. Für die annähernde Ermittlung des Zeichens 4P2 aus den Neigungen zu oP = 95° 8 (8) und zu ∞P∞ = 112° 55½ (7) wurden die von Schabus für das Thiosinnamin angegebenen Elemente $a : b : c$ =0,6693 : 0,5932 : 1 und ac = 95° 12 benützt; aus der Rechnung folgte das Zeichen $\frac{13}{3} P \frac{13}{6}$ und die Winkel von 4P2 zu oP = 99° 49′ und zu ∞P∞ 114° 23⅔′.

Die Krystalle sind sehr leicht spaltbar nach ∞P∞; jene des Thiosinnamin sind gleichfalls vollkommen spaltbar nach oP und P∞."

Man betrachtet das Thiosinnamin gewöhnlich als einen Harnstoff — als den Sulfocarbonylallylharnstoff — und bezieht es demgemäß auf ein verdoppeltes Ammoniakmolekül:

$$\left.\begin{matrix} \mathrm{CS} \\ \mathrm{C_3H_5.H} \\ \mathrm{H_2} \end{matrix}\right\} \mathrm{N_2}$$

Durch die Anlagerung von zwei Atomen Brom kann dieses condensirte Ammoniak aber nicht in ein Ammoniumbromid übergeführt

[1]) Krystallgest. chem. Prod. 1855, S. 167, Fig. 140 > Rammelsberg krystallogr. Chemie II, 1857, S. 156.

werden, denn die erwähnte Menge des Haloides genügt nur um aus dem einfachen Ammoniak ein Ammoniumbromid hervorzubringen. Es ist dies gerade wie beim Harnstoff; dieser verbindet sich mit jenen Mengen von Salz- und Salpetersäure etc., die ein Molekül Ammoniak bindet, was vor einiger Zeit Rochleder veranlaßt hat, die sonst alle Bildungsweisen in einfacher Weise ausdrückende Symbolisirung:

$$N_2 \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{CO} \\ H_2 \\ H_2 \end{array} \right.$$

zu verlassen. Man kann hiebei mit der Anlagerung von der Menge HCl etc. doch zu Recht kommen bei Beibehaltung des Ausdrucks, wenn man die zwei Ammoniakmoleküle, die durch das zweiwerthige Radical Carbonyl CO zusammengehalten werden, auseinanderschreibt:

$$\left. \begin{array}{c} H_2 \\ \mathrm{CO} \\ H_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} N \\ N \end{array}$$

und sich vorstellt, das hiebei nur das eine von ihnen in einen salmiakartigen Körper übergeht, das andere nicht.

Ebenso ist es beim Thiosinnamin, wenn ich schreibe:

$$\left. \begin{array}{c} H_2 \\ \mathrm{CS} \\ C_3H_5 . H \end{array} \right\} \begin{array}{l} N \\ N \end{array}$$

wobei man sich noch die Vorstellung machen kann, daß jenes Ammoniak, in welchem das positive (Alkohol) Radical Allyl enthalten ist, sich wie ein gewöhnliches Ammoniak verhält, daß aber in dem zweiten, das normale Verhalten durch das negative Sulfocarbonyl getilgt ist.

Man sieht dann, daß ein Molekül Brom dasselbe leistet, wie ein Molekül Salzsäure, oder wie die äquivalente Menge irgend einer Sauerstoffsäure. Wenn wir also den salzsauren Harnstoff:

$$\left. \begin{array}{c} H_2 \\ \mathrm{CO} \end{array} \right\} N$$
$$\left. \begin{array}{c} H_2 \\ H \end{array} \right\} N, Cl$$

schreiben, und entsprechend das salzsaure Thiosinnamin, so haben wir für das Thiosinnaminbromür den Ausdruck:

$$\left.\begin{matrix} H_2 \\ \Theta S \end{matrix}\right\} N$$
$$\left.\begin{matrix} \Theta_3 H_5 . H \\ Br \end{matrix}\right\} N, Br$$

wobei, ein Atom Brom das eine Ammoniak zum Ammonium macht, also innerhalb des Radicals steht, während das zweite die Stelle einnimmt, wie das Brom im Bromammonium oder das Chlor im Salmiak.

Es ist wohl zu erwarten, daß sich diese beiden Bromatome unter dem Einflusse von Reagentien verschieden verhalten werden, und zwar analog den Atomen H und Cl, die zum Ammoniak treten, wenn sich Salmiak bildet. In der That gibt eine höchst glatte, quantitativ verfolgbare Reaction dieser Erwartung Ausdruck.

Bringt man nämlich zu in Wasser gelöstem Thiosinnamindibromür frisch gefälltes und gewaschenes noch weißes Chlorsilber, so sieht man dieses augenblicklich seine Farbe verändern, statt einem weißen Niederschlag hat man einen hellgelben: das Chlorsilber hat sein Chlor gegen Brom aus dem Thiosinnamindibromür ausgetauscht. Man kann diesen Versuch mit Leichtigkeit quantitativ ausführen, und zwar ist dies jener Weg der Analyse, den Kraut vor kurzem angegeben, und worüber ich ebenfalls eine Notiz der Redaction der Zeitschrift für analytische Chemie mitgetheilt habe. Man wiegt zu deren Ausführung eine zur Ausfällung des Broms mehr als hinreichende Menge geschmolzenen salpetersauren Silbers, löst dieses in Wasser, fällt mit Salzsäure, und wäscht aus, indem man das Waschwasser durch ein Filter laufen läßt, um das suspendirte Chlorsilber zurückzuhalten. Auf das übrige Chlorsilber brachte man nun die Lösung des gewogenen Thiosinnamindibromürs und digerirte bei gewöhnlicher Temperatur.

Das Gemenge von Chlorsilber und Bromsilber wird getrocknet und geschmolzen, und aus dem Gewichte mit Hilfe der bekannten Menge darin enthaltenen Silbers wird die Menge des aufgenommenen Broms berechnet.

Geht man in dieser Weise mit dem Thiosinnamindibromür vor, so erhält man genau die Hälfte jener Brommenge, die die Analyse beim Glühen mit dem Aetzkalk liefert, nämlich ein Atom. Von diesen Bestimmungen, die unter einander übereinstimmten, und

die ich zum Theil behufs der Untersuchung der durchlaufenden Lösung mit größeren Mengen Substanz ausgeführt habe, theile ich nur folgende mit:

6·093 Grm. krystallisirtes Thiosinnamindibromür gaben gelöst mit der 8·870 Grm. salpetersauren Silbers entsprechenden Menge Chlorsilbers digerirt einen 8·4555 Grm. schweren Niederschlag eines Gemenges von Brom- und Chlorsilber. Dies entspricht einer Bildung von 4·0905 Grm. Bromsilber, woraus sich auf die Substanz bezogen 28·57% Brom berechnen; das ist die Hälfte des im Thiosinnamindibromür enthaltenen. Die Rechnung verlangt 28·98 Prc. Brom.

Diese Art der Analyse ist ganz geeignet, die verschiedene Stellung der Bromatome darzuthun, und man sieht, daß ein Molekül Brom gewissen Ammoniaken gegenüber gerade dasselbe leistet, wie ein Molekül einer Wasserstoffsäure. Man kann auch weiter ein Atom Brom durch Chlor ersetzen, wie im Folgenden gezeigt werden wird, hat dann eine Anlagerung von BrCl, und auch diese Gruppe kann wieder wie eine Wasserstoffsäure ein Ammoniak in einen salmiakartigen Körper verwandeln. Zeuge dessen, sind die Verbindungen, welche solche Substanzen mit Platinchlorid, Goldchlorid etc. geben

Thiosinnamindibromür-Platinchlorid $\Theta_4H_8N_2SBr_2 . PtCl_2$.

Versetzt man eine wässerige Lösung des Thiosinnamindibromürs mit Platinchlorid, so entsteht ein sich langsam bildender, aus feinen orangenglänzenden Schuppen bestehender Niederschlag. Über Schwefelsäure getrocknet gibt er bei 100° nichts mehr ab. Um ihn rein zu erhalten, muß das Platinchlorid möglichst neutral sein.

0·5955 Grm. hinterließen 0·1360 Grm. Platin:

daher in 100 Theilen:	berechnet
22·83% Pt	22·14% Pt

Dieses Plus an Platin rührt davon her, daß immer eine kleine Menge des Dibromürs in das gleich zu beschreibende Thiosinnaminbromochlorür übergeht, dessen Platinverbindung 24·84% Platin enthält. Ein dieser in seiner Zusammensetzung sich ganz näherndes Salz erhält man auch, wenn man die Lösung des Thiosinnamindibromürs in die des Platinchlorides gießt, so daß letzteres im Überschuß ist.

Thiosinnaminbromochlorür $C_4H_8N_2SBrCl$.

Die Darstellung dieses sechs Elemente enthaltenden Körpers ist bereits bei der Analyse mittelst Chlorsilber beschrieben. Digerirt man nämlich eine Lösung des Dibromürs mit frisch gefälltem Chlorsilber, so enthält die nach einigem Stehen filtrirte Flüssigkeit obigen Körper, und gibt beim Eindampfen bis auf den letzten Tropfen Krystalle. In Wasser ist die Substanz so leicht löslich, daß man bis zum Syrup eindampfen muß, worauf dann an mehren Punkten seidenglänzende wawellitartig angeordnete Nadelgruppen anschießen, in die sich bald das ganze verwandelt. Aus Alkohol erhält man farblose zu größeren Gruppen vereinigte Krystalle.

Die Flächen der einzelnen Kryställchen sind nach den gütigen Mittheilungen des Herrn Prof. Peters zu unvollkommen, um Messungen zu gestatten. „Doch besitzen sie eine sehr ausgezeichnete Spaltbarkeit nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen, vermöge welcher sie in dünne gypsähnliche Blättchen von rhomboidischer Form und lebhaftem Perlglanz zerfallen. Indem die schmale Spaltungsfläche gegen die Tafelfläche recht genau unter 90° einspiegelt, und andere Spaltungsrichtungen nicht zu entdecken sind, so darf das Krystallsystem mit größter Wahrscheinlichkeit als monoklinisch bezeichnet werden.“

Schmelzpunkt bei 129—130° C. Die zu einer farblosen Flüssigkeit geschmolzene Substanz bleibt wie beim Thiosinnaminbromür einige Zeit durchsichtig klar und erstarrt dann krystallinisch.

In diesem Körper verhält sich die an das Thiosinnamin angelagerte Atomengruppe BrCl wie eine Wasserstoffsäure.

Analyse.

Bei dem durch die Analyse nachgewiesenen Austausch von Brom mit der äquivalenten Menge Chlor, hatte die Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung nur mehr controllirenden Werth.

Es gaben wie oben verbrannt 0·7020 Grm. Substanz 0·5390 Grm. Kohlensäure und 0·230 Grm. Wasser. In 100 Theilen:

	berechnet	gefunden
C.	21·14	20·94
H.	3·51	3·63

Thiosinnaminbromochlorür-Platinchlorid $C_4H_8N_2SBrCl.PtCl_2$.

Wird aus der wässerigen Lösung durch Fällung als ein langsam sich bildender, aus schön orangenglänzenden Blättchen oder Schuppen bestehender Niederschlag erhalten. Ist in Alkohol auch in heißem kaum löslich; in heißem Wasser löst er sich, wird aber dabei theilweise zersetzt. Über Schwefelsäure getrocknet, gibt der Körper bei 100° nichts ab.

0·593 Grm. hinterließen 0·149 Grm. Platin:

daher gefunden	berechnet
25·12% Pt	24·84% Pt

Thiosinnaminbromochlorür-Goldbromid $C_4H_8N_2SBrCl.AuBr_2$.

Versetzt man eine wässerige Lösung von Thiosinnamindibromür mit Goldchlorid, so entsteht im ersten Momente ein gelber Niederschlag, der sich aber nach ein paar Secunden in einen gleichförmig dunkelpurpurrothen krystallinischen Niederschlag umwandelt. Diese Umwandlung beruht auf dem Austausch von Brom und Chlor:

$$3C_4H_8N_2SBrBr + AuCl_3 = 3C_4H_8N_2SBrCl + AuBr_3$$

und die beiden dabei entstehenden Producte geben mitsammen ein Goldsalz.

1. 0·5105 Grm. Substanz hinterließen 0·1500 Grm. Gold.

daher in 100 Theilen gefunden	berechnet
29·36	29·49

2. 0·493 Grm. Substanz gaben mit Ätzkalk geglüht etc. ein 0·665 Grm. wiegendes Gemenge von Brom- und Chlorsilber, während die Rechnung entsprechend 0·662 Grm. verlangt.

Das Thiosinnaminbromochlorür-Goldchlorid gibt aus heißem Wasser unkrystallisirt ein schönes Präparat; man erhält beim Abkühlen die ganze Schale, bekleidet mit langen braunvioletten glänzenden Nadeln, die aber zur Analyse nicht geeignet sind, weil ein kleiner Theil sich zersetzt unter Abscheidung von Goldflittern, die man unter dem Mikroskop an den Krystallen haften sieht, und die beim Auflösen des Salzes in Weingeist zurückbleiben.

Bromthiosinnammoniumoxydhydrat.

Bringt man in eine Lösung von Thiosinnamindibromür frisch gefälltes und gut gewaschenes Silberoxydhydrat, so sieht man das letztere in Bromsilber sich verwandeln, und die Flüssigkeit nimmt eine intensiv alkalische Reaction an:

$$\Theta_4H_8N_2SBr_2 + AgH\Theta = \Theta_4H_8N_2SBr.H\Theta + AgBr.$$

Im Wasserbade verdampft, bleibt ein schwach gelblicher Syrup, der endlich noch weiter eintrocknet. Er schmeckt unangenehm bitter und etwas schrumpfend.

Mit Salzsäure neutralisirt geht das Oxydhydrat wieder in das Thiosinnaminbromochlorür über und gibt dann mit Platinchlorid das schon beschriebene Salz:

0·2140 Grm. der Platinverbindung hinterließen 0·0530 Grm. Platin; oder in 100 Theilen:

gefunden	berechnet
24·75%	24·84

Mit Schwefelsäure neutralisirt, bleibt nach längerem Stehen über concentrirter Schwefelsäure ein dicker, langsam krystallinisch erstarrender Syrup.

Im Anschlusse an das Thiosinnamindibromür lassen sich, wie mir scheint, einige Bemerkungen machen, über die Fixirung bestimmter Atome in chemischen Processen.

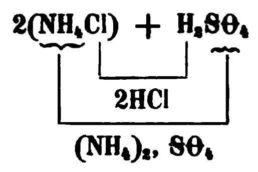
Betrachten wir etwa die Einwirkung von Schwefelsäure auf Chlorammonium, so ist uns das Resultat derselben auf das Genaueste bekannt.

Wir wissen aber nicht, und können aus der entstehenden Salzsäure nicht schließen, ob der in ihr enthaltene Wasserstoff früher Bestandtheil des Salmiaks, oder ob er Bestandtheil der Schwefelsäure war. Im ersten Falle haben wir die Gleichung:

$$2(HCl.\underbrace{NH_3}) + \underbrace{H_2S\Theta_4} = 2HCl + (NH_4)_2\,S\Theta_4,$$

wonach die Schwefelsäure den Salmiak spaltet, in jene binären Atomgruppen, aus denen er entstanden ist;

im zweiten Falle haben wir die Symbolisirung:



welche der Ausdruck eines gegenseitigen Austausches ist.

Das erwähnte Thiosinnamindibromür läßt uns, wenn wir einen Analogie-Schluß machen, erkennen, welche Reaction die richtige ist. Ich habe in dieser Abhandlung nachgewiesen, daß der genannte Körper eine salmiakartige Substanz ist, worin das Molekül einer Wasserstoffsäure durch ein Molekül Brom ersetzt ist. Dadurch ist eine Verwechslung mit dem Wasserstoff in der Schwefelsäure nicht mehr möglich.

Behandeln wir das Thiosinnamindibromür mit kalter concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich ein farbloses, an der Luft Nebel bildendes Gas, das in Wasser löslich ist, und dessen Lösung durch Chlorwasser braun gefärbt wird. Das auftretende Gas ist demnach Bromwasserstoff. Beim Thiosinnaminbromochlorür ist es Chlorwasserstoff. Die Mischung selbst wird nur unbedeutend bräunlich von freiem Brom.

Wenn wir von diesem Körper, was wir wohl thun dürfen, auf den einfachen Salmiak zurückschließen, so erkennen wir die zweite Gleichung (d. i. den doppelten Austausch) als richtig und die erste, nach welcher die Schwefelsäure den Salmiak spaltet, als falsch. Der Wasserstoff der Salzsäure war demnach früher Bestandtheil der Schwefelsäure.

I. Über die Carminsäure.

(Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium zu Innsbruck.)

Von dem w. M. H. Hlasiwetz und A. Grabowski.

Die bisher über die Carminsäure geführten Untersuchungen haben bezüglich der Formel derselben keine übereinstimmenden Resultate geliefert.

So fand Schaller [1]) zuletzt nach der Analyse einer Natronverbindung $C_9H_{10}O_6$, und Schützenberger [2]) früher $C_9H_8O_5$, während Warren de la Rue [3]), dem man die erste ausführlichere Untersuchung verdankt, $C_{14}H_{14}O_8$ aufgestellt hatte.

Von Zersetzungsproducten, die über die Natur und die Formel der Carminsäure Aufschluß geben könnten, ist mit Ausnahme der, mit der Trinitroanissäure isomeren Nitrococcussäure [4]) nichts bekannt, und diese selbst scheint ihre Entstehung einer tief gehenden Veränderung zu verdanken; wenigstens läßt sie sich nicht ohne Weiteres mit der Formel und den übrigen Verhältnissen der Carminsäure in Zusammenhang bringen.

Bei einer Wiederaufnahme der Untersuchung schien es nöthig zuerst zu ermitteln, ob die durch Fällung eines Cochenilleabsuds mit essigsaurem Bleioxyd und Zersetzung dieses Bleiniederschlages mit verdünnter Schwefelsäure erhaltene Carminsäure [5]) eine im gewöhnlichen Sinne einfache Säure sei, was man nach ihren Eigenschaften wohl bezweifeln konnte.

---

1) Zeitschrift für Chemie 1865. S. 140. Jahresbericht 1864. S. 410.

2) Jahresbericht 1858. S 462.

3) Annal. d. Chemie und Pharm. Band 64. S. 20.

4) Ebendaselbst S. 23.

5) So stellte zuletzt Schaller den Farbstoff dar; de la Rue zersetzte das Bleisalz mit Schwefelwasserstoff.

Es war nun nicht schwer nachzuweisen, daß man aus ihr durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure eine beträchtliche Menge eines Zuckers gewinnen kann, und daß der, von diesem abgetrennte Farbstoff in seiner Zusammensetzung den bisherigen Angaben nicht entspricht.

In Folgendem ist das von uns befolgte Verfahren beschrieben, diese Trennung zu bewerkstelligen.

Der, durch Bleizucker aus einem filtrirten Cochenilleabsud erhaltene violette Niederschlag wurde mit großen Wassermengen sorgfältigst ausgewaschen [1]), und hierauf noch feucht mit verdünnter Schwefelsäure völlig zersetzt.

In die, vom schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirte dunkelrothe Flüssigkeit wurde, um eine kleine Menge Blei zu entfernen, Schwefelwasserstoff geleitet, und dann wieder filtrirt.

Dieser Flüssigkeit wurde nun noch etwas Schwefelsäure zugesetzt (auf die, von einem Pfund Cochenille erhaltene Farbstoffmenge 10CC. rectificirte englische) und in einem Kolben, der zur Verdichtung des verdampfenden Wassers mit einem umgekehrt gestellten Kühler verbunden war, einige Stunden lang gekocht.

Dabei veränderte sich die Flüssigkeit scheinbar gar nicht. Sie wurde hierauf in eine Schale gebracht und die freie Schwefelsäure mit aufgeschlämmtem kohlensaurem Baryt abgesättigt.

Man hat an der Farbenveränderung der Flüssigkeit mehr noch als an dem Aufhören des Brausens ein Zeichen, wann die Schwefelsäure gebunden erscheint. Ist sie das, so wird die Flüssigkeit violett und neue Mengen kohlensauren Baryt's fangen nun an, auch den Farbstoff auszufällen, und sich violett zu färben.

Wenn dieser Punkt eintritt, filtrirt man möglichst rasch, und fällt das Filtrat sofort wieder mit Bleizuckerlösung aus.

Nunmehr hat man den Farbstoff im Bleiniederschlag *(a)* und den Zucker in der, meistens schwach röthlich gefärbten ablaufenden Flüssigkeit.

Diese letztere wird mit Schwefelwasserstoff behandelt, wobei sie sich durch das herausfallende Schwefelblei völlig entfärbt.

Man filtrirt sie wieder und dampft sie in gelinder Wärme ein. Besser ist es, das Eindampfen unter der Luftpumpe vorzu-

---

[1]) Die, vom Bleiniederschlag ablaufende Flüssigkeit enthält bekanntlich etwas Tyrosin.

nehmen, weil sie, wenn sie concentrirter geworden ist, sich in der Wärme ziemlich stark färbt, und einen caramelartigen Geruch bekommt.

Bei gehöriger Vorsicht erhält man einen honiggelben syrupösen Rückstand, der eine Verbindung des Zuckers mit Baryt enthält, welche auf Zusatz von Alkohol in dicken weißen Flocken herausfällt.

Abfiltrirt, ausgewaschen, gepreßt und noch feucht vom Papier genommen, trocknet sie in gelinder Wärme zu einer gummiartigen Masse ein, die zu einem weißen Pulver zerreiblich ist.

Nach dem Trocknen bei 100° gab die Analyse folgende Zahlen.

0·3728 Gr. Subst. gaben 0·4211 Gr. Kohlens. u. 0·1342 Gr. Wasser
0·3851 „ „ „ 0·1956 „ schwefels. Baryt.

	$C_6H_9BaO_5$ [1]	
C	31·4	30·8
H	3·9	4·0
Ba	29·9	29·9

Um den reinen Zucker zu erhalten wurde diese Barytverbindung in Wasser gelöst, dann der Baryt mit verdünnter Schwefelsäure ausgefällt, die überschüssige Schwefelsäure mit Bleiessig, und das überschüssige Blei mit Schwefelwasserstoff weggeschafft.

Das letzte Filtrat von licht weingelber Farbe wurde unter der Luftpumpe eingedampft, nachdem eine vom Schwefelwasserstoff herrührende Trübung von Schwefel auch noch beseitigt war.

Zuletzt blieb ein amorpher, weicher hygroscopischer honiggelber Rest von schwachem Caramelgeruch und bitterlichem Geschmack, der bis auf Spuren von Asche mit allen Erscheinungen, die der Zucker zeigt, verbrannte.

Er reducirt sehr leicht die Trommer'sche Kupferlösung, gibt noch in kleinster Menge die Pettenkofer'sche Probe, zeigte aber weder eine Gährungserscheinung noch eine Wirkung auf das polarisirte Licht. In Alkohol ist er nur spurenweise löslich.

Bei anhaltendem Trocknen im Wasserbade wird er immer dunkler unter Gewichtsabnahme und Verbreitung eines Caramelgeruchs.

Bei 50° getrocknet entsprach seine Zusammensetzung der Formel $C_6H_{10}O_5$, bei 100° fanden wir Zahlen, die sich der Formel $C_6H_8O_4$ nähern.

---

[1] Ba = 68·5·

I. 0·2763 bei 50° getr. Subst. gab. 0·4508 Gr. Kohlens. u. 0·160 Gr. Wass.
II. 0.287 „ 100° „ „ „ 0·5331 „ „ „ 0·1554 „ „

$C_6H_{10}O_5$	I.	$C_6H_8O_4$	II.
C — 44·4	— 44·5	C — 50·5	— 50·7
H — 6·2	— 6·4	H — 5·6	— 6·1

Zur Darstellung des Farbstoffes, den wir Carminroth nennen wollen, aus dem, von Zucker getrennten, sorgfältig ausgewaschene Bleiniederschlag *(a)*, erwies sich nach mehreren Versuchen eine Zersetzung desselben mit ganz verdünnter Salzsäure am zweckmäßigsten.

Mit Wasser angerührt wird er auf diesen Zusatz scharlachroth. Wenn beim Zutröpfeln der Säure die Farbe sich nicht weiter ändert, wird filtrirt, das Filtrat mit Schwefelwasserstoff wieder von etwas Blei befreit, um die neuerdings filtrirte Flüssigkeit bei ganz gelinder Wärme verdunstet.

Der extractartige Rückstand wird noch einmal in kaltem Wasser gelöst, eine kleine Menge harziger Flocken, die meistens zurückbleiben, getrennt, und nun die Flüssigkeit unter der Luftpumpe über Schwefelsäure ganz ausgetrocknet.

Man erhält so eine dunkel purpurrothe, glänzende Maße mit grünem Reflex, die zu einem dunkel zinnoberrothen, sehr wenig hygroscopischen Pulver zerreiblich ist, sich in Wasser und Alkohol mit schön rother Farbe löst, in Äther aber unlöslich ist. Beim Verbrennen hinterbleibt eine Spur Asche, in welcher Kalk, Phosphorsäure und Eisen nachweisbar ist, und die bei der Analyse in Abzug gebracht wurde [1]).

Die Analysen ergaben:

0·2376 Gr. bei 100° getr. Subst. gab. 0·450 Gr. Kohlens. u. 0·0938 Gr. Wass.
0·253 „ „ 110° „ „ „ 0·4751 „ „ „ 0·1017 „ „
0·2877 „ „ „ „ „ „ 0·5408 „ „ „ 0·1191 „ „

	In 100 Theilen		
C	— 51·7	— 51·2	— 51·3
H	— 4·4	— 4·5	— 4·6

---

1) Auch de la Rue theilt mit, daß es sehr schwer ist, die Carminsäure ganz frei von phosphorhaltiger Asche zu erhalten. Annal. 64. 12.

Hierauf läßt sich berechnen: $C_{11}H_{12}O_7$, was C 51·6, H 4·7 entspricht.

Als Controle dieser Formel ließen sich einige Verbindungen benützen, die das Carminroth mit Basen eingeht.

Man erhält durch Versetzen einer Lösung desselben in absolutem Alkohol mit einer alkoholischen Lösung von Ätzkali einen violetten, flockigen, amorphen Niederschlag, in den aller Farbstoff quantitativ eingeht, denn die davon abfiltrirte Flüssigkeit ist ganz entfärbt. (Man bemerkt übrigens, daß die ersten Quantitäten der Kalilösung einen rothen Niederschlag erzeugen, der erst bei einem Kaliüberschuß violett wird. Wahrscheinlich bildet sich zuerst eine einbasische Verbindung.) Der Niederschlag wurde bei Luftabschluß mit Alkohol gut ausgewaschen, dann zwischen Papier gepreßt, vom Filter genommen, und an der Luft, zuletzt im Wasserbade getrocknet.

Er bildet dunkelviolette Stücke, die zu einem eben solchen Pulver zerreiblich sind und sich in Wasser mit intensivster Purpurfarbe lösen.

Aus dieser Kaliverbindung wurden die Verbindungen mit Baryt und Kalk dargestellt, indem man zu der wässerigen Lösung der ersteren, Lösungen von Chlorbaryum und Chlorcalcium brachte.

In beiden Fällen entstehen dunkelviolette sehr feinflockige schwer auszuwaschende Niederschläge, die auf Porzellan ausgetrocknet zu dunkeln glänzenden Maßen werden, und zerrieben violette Pulver geben.

Für die Analyse wurden alle drei Salze bei 130° getrocknet. Die erhaltenen Zahlen waren folgende:

a) **Kalisalz.**

0·3013 Gr. Subst. gab. 0·4357 Gr. Kohlens. und 0·0732 Gr. Wasser
0·3088 „ „ „ 0·1601 „ schwefelsaures Kali
0·295 „ „ „ 0·1524 „ „ „

b) **Barytsalz.**

0·3154 Gr. Subst. gab. 0·3941 Gr. Kohlens. und 0·074 Gr. Wasser
0·2542 „ „ „ 0·1481 „ schwefelsauren Baryt

c) **Kalksalz.**

0·2446 Gr. Subst. gab. 0·4013 Gr. Kohlens. und 0·0727 Gr. Wasser
0·2421 „ „ „ 0·1095 „ schwefelsauren Kalk.

Hieraus folgen die Formeln:

$C_{11}H_{10}K_2O_7$		Gefunden	
C	39·7	39·4	—
H	3·0	2·7	—
K	23·6	23·3	23·2

$C_{11}H_{10}BaO_7$		Gefunden
C	33·8	34·1
H	2·6	2·6
Ba	35·0	34·3

$C_{11}H_{10}CaO_7$		Gefunden
C	44·9	44·7
H	3·4	3·3
Ca	13·6	13·3

Wenn man eine Lösung des Carminroth mit Zink und Schwefelsäure kocht, so erhält man in kurzer Zeit eine licht citronengelbe Flüssigkeit, und ebenso läßt sich eine Lösung des Farbstoffes durch Erhitzen mit Natriumamalgam bei abgehaltener Luft fast ganz entfärben.

Die letztere Lösung färbt sich, so lange sie alkalisch ist, sehr schnell wieder an der Luft. Nach dem Absättigen mit Schwefelsäure ist sie nicht so leicht veränderlich.

Allein, es ist nicht gelungen, den entfärbten Körper aus diesen Flüssigkeiten zu gewinnen, denn die Operationen, die man vornehmen muß, das schwefelsaure Zinkoxyd oder das schwefelsaure Natron davon abzutrennen, verändern diese zersetzliche Substanz so sehr, daß man statt ihrer nur gefärbte Producte erhält, amorphe dunkelrothe oder braune Extracte, die sich zur Analyse nicht eigneten.

Über die Einwirkung des Zinkes und der Schwefelsäure auf eine Lösung des Carminroth sowie der Carminsäure (durch Zersetzen des ersten violetten Bleiniederschlages des Cochenilleabsuds mit Schwefelsäure erhalten) wurde inzwischen noch folgende Beobachtung gemacht.

Stellt man eine solche in einem Kolben mit granulirtem Zink und verdünnter Schwefelsäure hin, so hat sich nach etwa 24 Stunden ihre Farbe in ein Dunkelorangegelb verwandelt.

Läßt man sie, wenn die Flüssigkeit concentrirt ist, mit einem Überschuß von Zink so lange stehen, bis sich die Säure vollständig abgesättigt hat, so bemerkt man, wie sich nach einiger Zeit an den Wänden des Gefäßes eine im durchscheinenden Licht grüne Masse ansetzt, die sich allmählich vermehrt und pulverig zu Boden fällt.

Filtrirt man um diese Zeit vom Zink ab, so bildet sich in einem offenen Becherglase an der Luft nach und nach immer

mehr davon, während die Flüssigkeit eine dunkelrothgelbe Farbe annimmt.

Die Bildung dieses Körpers, der eine Zinkverbindung ist, kann beschleunigt werden, wenn man die Flüssigkeit nach der Reduction mit Zink von der überschüssigen Schwefelsäure durch einen kleinen Ammoniakzusatz befreit. Die Reaction darf inzwischen nicht alkalisch werden. Die ursprünglich gelbe, einen dunklen Schaum besitzende Flüssigkeit wird auf den Ammoniakzusatz gelbroth, bekommt einen dunklen Schaum und lässt eine kleine Menge eines rothbraunen Niederschlages fallen, Man filtrirt und setzt in offenen Gefäßen der Luft aus.

Die gebildete Zinkverbindung wird abfiltrirt, zuerst mit Wasser gewaschen, dann mit Alkohol ausgekocht. Jede auch sehr verdünnte Säure zersetzt sie sofort mit carminrother Farbe. Mit Ammoniak versetzt, wird die Flüssigkeit violett und gibt mit den Chloriden der alkalischen Erden Niederschläge, die meist braunroth gefärbt und amorph sind.

Bei der Analyse der, bei 120° getrockneten Zinkverbindung wurde erhalten:

C 45·6; H 4·0; Zn 13·4 Pct. [1]),

was der Formel $\Theta_{11}H_{11}Zn\Theta_7$ [2]) ziemlich gut entspricht, welche verlangt: C 46·0; H 3·8; Z 13·9.

Demnach wäre die Verbindung das einbasische oder saure Zinksalz des Carminroth.

Die zweibasische oder neutrale Verbindung ist ein violetter Niederschlag, der aus dem Kalisalz durch Zersetzen einer Lösung desselben mit einer Lösung von Zinkvitriol entsteht.

Er enthielt nach dem Auswaschen und Trocknen bei 120°, 21·1 Procent Zink.

Die Formel $\Theta_{11}H_{10}Zn\Theta_7$ [3]) verlangt 20·4.

Ist in dem Vorstehenden nachgewiesen, daß die Substanz, welche aus dem violetten Bleiniederschlage eines Cochenilleauszugs abgeschieden werden kann, und die man bisher Carminsäure nannte,

---

1) Nach den Bestimmungen von Dr. Pfaundler.

2) Zn = 32·5.

3) Zn = 65.

einer Zersetzung in Zucker und unser Carminroth fähig ist, so frägt es sich nun, welche Formel dieser Carminsäure zukommt.

Daß keine von den bisher aufgestellten die richtige sein kann, ist schon darum anzunehmen, weil keine derselben dieser Zersetzung Rechnung trägt.

Betrachtet man die verschiedenen Resultate, zu denen de la Rue, Schützenberger und Schaller gelangt sind, Resultate, in deren Richtigkeit einen Zweifel zu setzen kein Grund vorliegt, so möchte man vermuthen, daß die Carminsäure nicht immer die gleiche Zusammensetzung hat.

Die drei, von den genannten Chemikern aufgestellten Formeln verlangen:

	$C_9H_{10}O_6$ Schaller	$C_{14}H_{14}O_8$ de la Rue	$C_9H_8O_5$ Schützenberger
C —	50·5	54·1	55·1
H —	4·7	4·6	4·1

Diese Differenzen sind zu beträchtlich, als daß sie nur zufällig sein könnten, und nicht vielmehr in der Verschiedenheit des untersuchten Materials ihren Grund zu haben schienen.

Versuchte man aus den gefundenen Zahlen mit Berücksichtigung der Zersetzungsproducte eine Formel abzuleiten, und nähme man an, es werde, wie bei der Zersetzung der Glucoside durch Säuren auch bei der Carminsäure Wasser aufgenommen, so ergäbe sich folgendes Schema;

$$\underbrace{C_{17}H_{18}O_{10}}_{\text{Carminsäure}} + \underbrace{2H_2O} + \underbrace{C_{11}H_{12}O_7}_{\text{Carminroth}} + \underbrace{C_6H_{10}O_6}_{\text{Zucker}}$$

Die Formel $C_{17}H_{18}O_{10}$ verlangt (C 56·1 H: 4·4, was den Zahlen Schützenberger's am nächsten kommt [1]).

---

[1]) Schaller's Formel unterscheidet sich von der Schützenberger's nur durch ein Plus von H_2O. Wenn man ein wechselndes Verhältniß zwischen Zucker und Carminroth annehmen dürfte, worüber allerdings nur der Versuch entscheiden könnte, etwa:

$$\underbrace{C_{28}H_{34}O_{19}}_{\text{Carminsäure}} + \underbrace{3H_2O} = \underbrace{C_{11}H_{12}O_7}_{\text{Carminroth}} + \underbrace{2C_6H_{10}O_6}_{\text{Zucker,}}$$

so hätte man in $C_{28}H_{34}O_{19}$ eine Formel, die ganz gut zu den Analysen de la Rue's stimmt. Sie verlangt C 54·2 H 4·5.

Wir haben Carminsäure in Alkohol gelöst, und die Lösung mit einer alkoholischen Lösung von Kalihydrat gefällt.

Es entstand ganz so wie bei der Darstellung der Kaliverbindung des Carminroth ein Niederschlag, der zuerst roth, und bei einem Überschuß des Kali's dunkelviolett war. (Die ablaufende Flüssigkeit war fast farblos.) Mit großen Alkoholmengen bei Luftabschluß gewaschen, dann zwischen Papier abgepreßt, zuerst an der Luft, dann in der Wärme getrocknet, stellte er dunkelviolette Stücke dar, die ein ziemlich hygroscopisches Pulver gaben.

Bei 100° noch pulverig, erweicht das Salz bei 120° und ist dann schwer auszutrocknen.

Wir erhielten von der bei 125—130° getrockneten Substanz Zahlen, welche sich der Formel, die wir für die Carminsäure supponirten gut anschließen, wenn man darin noch $^1/_2 H_2 \Theta$ annimmt.

I. 0·2707 Gr. Subst. gaben 0·4283 Gr. Kohlens. und 0·0932 Gr. Wasser.
II. 0·3343 „ „ „ 0·5302 „ „ „ 0·1109 „ „
III. 0·390 „ „ „ 0·1436 „ schwefelsaures Kali.

$\Theta_{17}H_{16}K_2\Theta_{10} + ^1/_2 H_2\Theta$				I. u. III.		II.
C	—	43·6	—	43·2	—	43·2
H	—	3·6	—	3·8	—	3·7
K	—	16·8	—	16·6	—	—

Die purpurrothe wässerige Lösung dieser Kaliverbindung wird gefällt von den Haloidverbindungen des Ca, Ba, Sr.

Der schwärzlichviolette gut ausgewaschene Barytniederschlag wurde analysirt.

Er gab nach dem Trocknen bei 130°:

0·3045 Gr. Subst. gaben 0·4363 Gr. Kohlens. u. 0·0823 Gr. Wasser
0·303 „ „ „ 0·1324 „ schwefelsauren Baryt.

$\Theta_{17}H_{16}Ba\Theta_{10}$				Gefunden
C	—	39·4	—	39·1
H	—	3·1	—	3·0
Ba	—	26·5	—	25·7

Die Formel des Natronsalzes von Schaller $\Theta_9H_9Na\Theta_6$ verlangt

C	—	45·8
H	—	3·8
Na	—	9·7

Ein Natronsalz nach der, von uns gegebenen Formel würde verlangen

C	—	45·5
H	—	3·7
Na	—	10·8

Das Carminroth gibt ein merkwürdiges Zersetzungsproduct, wenn man es mit Ätzkali in der Hitze behandelt. Man läßt zu dem Ende in einer Silberschale drei Theile Ätzkali mit wenig Wasser zergehen, trägt dann einen Theil des Farbstoffes ein, und erhitzt so lange, bis eine herausgenommene Probe der, anfangs fast schwarzen, später braun werdenden Masse sich in Wasser nicht mehr mit purpurrother, sondern mit goldbrauner Farbe löst.

Dann wird schnell mit Wasser verdünnt, mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt, und die, von einer gewissen Menge einer harzigen Ausscheidung durch Filtriren getrennte dunkelbraune Flüssigkeit mit Äther ausgeschüttelt.

Nach dem Abdestilliren des ätherischen Auszuges hinterbleibt im Kolben eine gelbliche krystallinische Substanz, welche mit Wasser, worin sie unlöslich ist, abgewaschen werden kann. Es kann übrigens zur Gewinnung größerer Mengen mit mehr Vortheil die rohe Carminsäure angewendet werden, denn die Darstellung des Carminroth ist mühsam und zeitraubend.

In der That haben wir mit dieser bloß eine Probe gemacht, die uns dieses Zersetzungsproduct lieferte, die größere, zur Untersuchung dienende Quantität aber aus der Carminsäure dargestellt.

Nur vermehrt man in diesem Falle die Kalimenge auf 4 bis 5 Theile.

Neben diesem in Wasser unlöslichen Product findet sich dann in dem ätherischen Auszuge stets Oxalsäure und Bernsteinsäure.

Man bringt den ganzen Rückstand aus dem Destillirkolben durch Ausspülen mit Wasser auf ein Filter, wäscht die Krystalle ab, und dampft die Waschwässer ein. Ein Theil der Oxalsäure krystallisirt dann heraus. Die Mutterlaugen behandelt man nach dem Verdünnen mit Bleizuckerlösung, und findet in dem Niederschlage den Rest der Oxalsäure, in der abgelaufenen Flüssigkeit nach dem Entbleien mit Schwefelwasserstoff die Bernsteinsäure.

Für die Erkennung der Oxalsäure ließen wir uns an ihren qualitativen Reactionen genügen. Die Bernsteinsäure wurde außerdem noch analysirt.

0·2062 Gr bei 100° ger. Subst. gab. 0·3073 Gr. Kohlens. u. 0·0903 Gr. Wasser

		$C_4H_6O_4$		Gefunden.
C	—	40·7	—	40·6
H	—	5·1	—	4·9

Das Auftreten dieser beiden Säuren erklärt sich ganz leicht aus dem Zuckergehalt der Carminsäure.

Directe Versuche, die bei einer andern Gelegenheit über die Oxydation des Zuckers (und Gummi's) mit schmelzendem Kali angestellt wurden, hatten schon die Entstehung von Bernsteinsäure neben Oxalsäure dargethan [1]). Außerdem gab sich die Anwesenheit von Essigsäure oder einer ihrer nächsten Homologen durch den Geruch beim Absättigen der Kalischmelze mit Schwefelsäure zu erkennen.

Das neue krystallisirte Zersetzungsproduct des Carminroth und der Carminsäure nennen wir

Coccinin.

Die Ausbeute davon ist stets sehr gering, und sie kann bis auf Spuren herabsinken, wenn man den Punkt verfehlt, bei welchen man die Erhitzung unterbrechen muß, und den man nur durch Übung und Vorversuche treffen lernt.

Es ist ferner rathsam, nur kleine Mengen Carminsäure (etwa 5—6 Grammen) auf einmal zu verarbeiten. Man wird aus den nachstehend beschriebenen Eigenschaften des Coccinins sehen, daß es in alkalischer Lösung zu den, für den Einfluß des Sauerstoffes empfindlichsten Substanzen gehört, und kann demnach leicht ermessen, wie man nur immer einen Theil desselben erhalten kann, während es gewiß in viel größeren Mengen aus der Zersetzung hervorgeht.

Häufig ist das Rohproduct noch mit einem braunen Extract durchtränkt, von dem man es zuerst durch feine Leinwand abpreßen und dann mit ganz verdünntem Alkohol abwaschen muß.

---

1) Hlasiwetz und Barth. „Über einige Harze". Akad. Sitzungsber. Band LIII. Annal. d. Ch. und Pharm. CXXXVIII. 75.

Erst nach dieser vorbereitenden Reinigung krystallisirt man es, und zwar am besten aus verdünntem siedendem Alkohol um.

Die heiß filtrirte, bräunliche Lösung scheidet während des Auskühlens schon den größten Theil des neuen Körpers in hübschen flimmernden gelben Blättchen aus, die in Masse einen Stich ins Grünliche haben, unter dem Mikroskop aber strohgelb und durchsichtig erscheinen.

Versieht man das Mikroskop mit der Polarisationsvorrichtung, so zeigen sie die bekannten Farbenerscheinungen polarisirender Krystalle. Es sind rechteckige, dem rhombischen Systeme angehörige Täfelchen.

Das Coccinin ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol, viel schwerer in Äther.

Es löst sich mit größter Leichtigkeit in sehr verdünnten Alkalien, und zwar mit gelber Farbe.

Diese Lösungen werden an der Luft zuerst grün, dann durch gemischte Farbentöne hindurch violett und zuletzt prächtig purpurroth.

In etwas ammoniakalisch gemachtem Wasser gelöst und in einem Reagenzrohr mit Luft geschüttelt wird die Lösung bald sehr schön violett.

Eine mit verdünntem Alkohol bereitete Lösung wird durch Eisenchlorid roth gefärbt.

Concentrirte Schwefelsäure löst Coccinin in der Kälte mit gelber Farbe.

Erwärmt man diese Lösung, so wird sie indigoblau.

Diese Farbenveränderung, die Folge einer Oxydation, entsteht schon in der Kälte, wenn man zu der Lösung in Schwefelsäure einige Körnchen Braunstein bringt.

Eine alkoholische Lösung des Coccinins mit Natriumamalgam versetzt, wird sogleich grün, und es scheiden sich Flocken aus. An die Luft gebracht, wird diese grüne Flüssigkeit indigoblau unter Abscheidung eines dunkelblauen amorphen Körpers.

Es mögen wenige Körper bekannt sein, die eine Reihe so schöner Farbenerscheinungen zeigen wie das Coccinin. Seinem Verhalten nach möchte man es mit Körpern von der Natur des Chinons oder schwachen Säuren mit hohem Sauerstoffgehalt nach Art der Gallussäure und ähnlicher vergleichen.

Wir haben vier Analysen des Coccinins von drei Bereitungen ausgeführt, nachdem es bei 115—120° getrocknet war, wobei es nur spurenweise an Gewicht abnahm, und es wurde erhalten:

0·2784 Gr. Subst. gaben 0·6613 Gr. Kohlens. u. 0·1205 Gr. Wasser
0·2775 „ „ „ 0·6546 „ „ „ 0·1076 „ „
0·2706 „ „ „ 0·6396 „ „ „ 0·1047 „ „
0·2048 „ „ „ 0·4879 „ „ „ 0·0866 „ „

C	64·8	64·3	64·5	65·0
H	4·8	4·3	4·3	4·7

Die Differenzen dieser Zahlen, die wir in einer Ungleichheit der Präparate suchen zu müßen glauben, lassen die Aufstellung einer bestimmten Formel noch nicht zu, und es sei darum nur beiläufig bemerkt, dass $Є_{14}H_{12}Θ_5$ noch die meiste Wahrscheinlichkeit hätte.

(Berechnet C 64·6. H 4·6).

Die uns zu Gebote stehende geringe Menge des kostbaren Materials verbot eine eingehendere Untersuchung. Wir haben nur noch die Menge des Ammoniak's bestimmt, welche von einer gewogenen in einer Kugelröhre befindlichen Quantität Coccinin beim Darüberleiten gebunden wird.

Die Substanz wird hierbei äußerlich wenig verändert, nur etwas matter und lichter. Das Product löst sich in Wasser leicht auf und die Flüssigkeit zeigt alle die Farbenerscheinungen einer Lösung von Coccinin in wässerigem Ammoniak.

0·2331 Gr. Subst. gaben 0·2466 Gr. Ammoniakverbindung
0·4383 „ „ „ 0·4653 „ „

Die Formel $Є_{14}H_{12}Θ_5 + NH_3$ verlangt 5,1 Pct. NH_3. Gefunden ist 5,5 und 5,8.

Eine zweite Verbindung, die allenfalls noch in Betracht kommen könnte, ein gelbliches Bleisalz, welches in alkoholischer Lösung durch Bleizucker entsteht, zeigte schon durch den raschen Farbenwechsel bis zum Violettrothen, wie zersetzlich sie ist, und wie unverläßlich die Analysen davon sein würden.

Zum Schlusse sei nur noch einer Stelle in der Abhandlung Schaller's gedacht, die sich möglicherweise auf das Coccinin bezieht. Es heißt dort:

„Beim Concentriren der Lösung (der Carminsäure) scheiden sich warzige Krystalle ab, die, unter dem Mikroskop betrachtet, sich mit einer gelben, durchsichtigen, in hexagonalen Tafeln krystallisirten Substanz verunreinigt zeigten. Diese gelben Krystalle waren in kaltem Wasser unlöslich, und konnten deßhalb leicht von der Carminsäure getrennt werden; aber da sie sich nur in geringer Menge gebildet hatten, und an der Luft sich rasch zersetzten und schwarz wurden, konnten sie nicht analysirt werden.

Über ein Derivat der Rufigallussäure.

Von G. Malin.

Nachdem man durch die werthvollen Arbeiten von Kolbe und Lautemann über die Constitution der Gallussäure aufgeklärt ist, konnte es ein neues Interesse haben, jenen Abkömmling dieser Substanz zu untersuchen, welcher zuerst von Robiquet unter dem Namen Rufigallussäure beschrieben worden ist. Bekanntlich ist derselbe das Product der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf die Gallussäure, welches durch Wasserentziehung nach der Gleichung

$$\underbrace{C_7H_6O_5}_{\text{Gallussäure}} - H_2O = \underbrace{C_7H_4O_4}_{\text{Rufigallussäure}}$$

entsteht.

Ich habe nach Robiquet's Vorschrift Rufigallussäure dargestellt, und bei der Analyse derselben folgende Zahlen erhalten:

0·325 Gr. bei 110° getr. Subst. gab. 0·6544 Gr. Kohlens. u. 0·080 Gr. Wasser
0·3482 „ lufttr. Subst. verloren bei 110° 0·038 Gr. Wasser.

	$C_7H_4O_4$	Gefunden
C	55·3	54·9
H	2·6	2·7

	Berechnet	Gefunden
C_7H_4O	—	—
H_2O	10·7	10·9

Der hier näher zu beschreibende Zersetzungsversuch zielte dahin ab, der Rufigallussäure die Elemente der Kohlensäure zu entziehen, wodurch man zu $C_6H_4O_2$, Chinon, hätte gelangen können.

Zu diesem Zwecke wurde die Behandlung mit schmelzendem Kali gewählt, die, wenn auch nicht den erwarteten, doch einen, diesem nahestehenden Erfolg hatte.

Nicht CO_2 trennt sich unter diesen Umständen von der Zusammensetzung der Säure, sondern CO, und es entsteht so das

nächstsauerstoffhaltige Glied $C_6H_4O_3$. Der Versuch selbst muß mit Vorsicht ausgeführt, und nicht zu große Quantitäten Rufigallussäure auf einmal der Operation unterworfen werden.

5—6 Grammen derselben sind passende Mengen.

Das Dreifache davon an Ätzkali wird in etwas Wasser heiß gelöst, die Säure eingetragen, und die, anfangs dunkelblau werdende Masse unter stetem Umrühren nun rasch, und so lange erhitzt, bis eine starke Wasserstoffentwicklung eintritt.

Dann nimmt man vom Feuer, bringt sofort Wasser hinzu, und übersättigt das Ganze mit verdünnter Schwefelsäure. Auf diesen Zusatz scheidet sich eine nicht unbeträchtliche Menge eines humusartigen Körpers aus, den man abfiltrirt.

Das bräunlich gefärbte Filtrat wird mit Äther 2—3mal ausgezogen, der Äther abdestillirt, und der Rückstand in einer Schale der Verdunstung überlassen. War die Operation gut gelungen, so bilden sich bald gelbliche, krümliche Krystallausscheidungen, die abgepreßt, zerrieben, und mit kaltem Wasser auf einem Filter gewaschen werden.

Zuletzt werden sie aus siedendem Wasser, worin sie mit bräunlicher Farbe löslich sind, mehrmals umkrystallisirt.

Die Ausbeute an diesem Körper ist nicht groß, und sein Verhalten gegen Alkalien, die ihn bei Luftzutritt leicht zersetzen, erklärt es, daß man ihn nach diesem Verfahren nicht ohne großen Verlust darstellen kann. Im günstigsten Falle wurden 5—6 Procent der angewandten Rufigallussäure erhalten, während die humusartige Substanz bis zu 25 Pct. betrug.

Daneben entsteht immer eine größere oder kleinere Menge einer braunen, in Äther löslichen syrupösen Mutterlauge, die die Krystalle durchtränkt.

In ihr ist, scheint es, noch viel von diesen aufgelöst, wenigstens erhält man beim Verdünnen derselben, auf Zusatz von essigsaurem Bleioxyd einen copiösen gelblichen Niederschlag, wie ihn die Lösung der reinen Krystalle auch gibt. Allein die, durch Zersetzung dieser Bleiverbindung durch Schwefelwasserstoff erhaltene Flüßigkeit färbt sich beim Abdampfen wieder dunkelbraun, und gibt eine, erst nach langer Zeit spärliche Krystalle ansetzende Lauge.

Ein secundäres Product scheint die Essigsäure zu sein, die bei dem Schmelzen der Rufigallussäure mit Kali stets gebildet wird.

Der neue Körper, den man wegen der Beziehung, die seine Formel zu der des Chinon's ausdrückt, Oxychinon nennen kann, ist im reinen Zustande von strohgelber Farbe, und besteht aus weichen, unter dem Mikroskop betrachtet, außerordentlich feinen Nädelchen.

Er ist wenig in kaltem, leicht in siedendem Wasser, Alkohol und Äther löslich, von schwach saurer Reaction, nicht sublimirbar noch destillirbar. Seine wässerige Lösung reducirt beim Erwärmen Silbersolution und alkalische Kupferoxydlösung. Sie gibt angemessen verdünnt mit Eisenchlorid eine violette, später blaugrün werdende Farbenreaction.

Die Analysen gaben von Präparaten verschiedener Bereitung:

I.	0·.745	Gr. lufttr. Subst. verloren bei 120°	0·0323	Gr. Wasser
II.	0·2705	„ „ „ „ „	0·032	„ „
III.	0·3197	„ „ „ „ „	0·039	„ „

I.	0·2422	„ getr. Subst. gab.	0·5102	Gr. Kohlens. u.	0·080	Gr. Wasser
II.	0·2385	„ „ „ „	0·504	„ „ „	0·076	„ „
III.	0·2807	„ „ „ „	0·5905	„ „ „	0·091	„ „

	$C_6H_4O_3$	I.	II.	III.
C	58·0	57·6	57·6	57·4
H	3·2	3·6	3·5	3·6

	Berechnet	I.	II.	III.
$C_6H_4O_3$	—	—	—	—
H_2O	12·5	11·8	11·8	12·2

Das Oxychinon theilt mit dem Chinon die geringe Verbindungsfähigkeit. Inzwischen beobachtet man die Entstehung eines gelblichen Niederschlages mit essigsaurem Bleioxyd, und die Aufnahme von Ammoniak, wenn man dieses Gas im trockenen Zustande darüber leitet. Ob es sich dem Chlor und Brom gegenüber auch ähnlich dem Chinon verhält, bleibt noch zu ermitteln.

Eine Überführung in Chinon durch nascirenden Wasserstoff ist nicht gelungen.

Für die Bildung des Oxychinons aus der Rufigallussäure hat man das Schema:

$$\underbrace{C_7H_4H_4}_{\text{Rufigallussäure}} + \underbrace{O}_{} = \underbrace{C_6H_4O_3}_{\text{Oxychinon}} + \underbrace{CO_2}_{}$$

Es kann als ein Glied der folgenden Reihe betrachtet werden:

$Є_6H_4$ [1]	
$Є_6H_4\Theta$ [2]	
$Є_6H_4\Theta_2$	Chinon,
$Є_6H_4\Theta_3$	Oxychinon,
$Є_6H_4\Theta_4$	?
$Є_6H_4\Theta_5$	Komensäure.

Die Beziehungen der, dem Oxychinon zunächst verwandten Körper untereinander kann die nachstehende Zusammenstellung ersichtlich machen:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} Є_6\begin{pmatrix} H_2 \\ (H\Theta)_3 \end{pmatrix} Є\Theta \\ H \end{matrix}\right\} \Theta}_{\text{Gallussäure}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} Є_6\begin{pmatrix} H \\ (H\Theta_2) \end{pmatrix} Є\Theta \\ H \end{matrix}\right\} \Theta}_{\text{Rufigallussäure}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} Є_6\begin{pmatrix} H \\ (H\Theta_2) \end{pmatrix} \\ H \end{matrix}\right\} \Theta}_{\text{Oxychinon}}$$

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} Є_6\begin{pmatrix} H \\ (H\Theta)_2 \end{pmatrix} \\ H \end{matrix}\right\} H_2}_{\text{Hydrochinon}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} Є_6\begin{pmatrix} H \\ (H\Theta)_2 \end{pmatrix} \\ H \end{matrix}\right\}}_{\text{Chinon.}}$$

---

[1] $\left.\begin{matrix} Є_6H_4 \\ Є_6H_4 \end{matrix}\right\}$ ist in einer Disulfosäure von Fittig angenommen. Annal. d. Ch. Band 125, S. 331.

[2] Das Zersetzungsproduct der wasserfreien Salicylsäure (Märker. Annal. d. Ch. Band 124, S. 249.) ist nach Kekulé $Є_{12}H_8\Theta_2$. (Annal. d. Ch. Band 137. S. 136).

Nachtrag zu dem Aufsatze: Über einen akustischen Versuch.

Von dem w. M. J. Stefan.

In dem angeführten Aufsatze, welchen ich in der Sitzung vom 11. Mai der hochgeehrten Classe überreicht habe, ist eigentlich nicht von einem, sondern von mehreren Versuchen die Rede, welche jedoch alle nur eine und dieselbe Thatsache in verschiedenartiger Weise darstellen. Diese Thatsache ist folgende: Ein Ton, dessen Intensität nach einem einfachen periodischen Gesetze sehr rasch variirt, löst sich auf in zwei Töne, in einen höheren und einen tieferen. Ist die Schwingungszahl des primären Tones a, die Anzahl der Intensitätsschwankungen in einer Secunde b, so sind die Schwingungszahlen der secundären Töne $a+b$ und $a-b$.

Es war mir zur Zeit der Veröffentlichung des angeführten Aufsatzes nicht bekannt, daß die von mir angestellten Versuche von anderen wären vorher schon gemacht worden. Seitdem sind von zwei Seiten Prioritätsansprüche geltend gemacht worden. Zugleich habe ich selbst in der physikalischen Literatur ältere Mittheilungen über derartige Versuche aufgefunden. Dies zwingt mich, die folgenden Bemerkungen hier vorzutragen.

Die verschiedenen von mir beschriebenen Versuche unterscheiden sich von einander durch die Art und Weise, auf welche Töne von periodisch wechselnder Intensität erzeugt wurden. In dem ersten Versuche geschah dies dadurch, das ein aus gleichen Sectoren bestehender Fächer vor einer tönenden Klangscheibe in Rotation versetzt wurde. Bezüglich dieses Versuches hat Herr Radau in einem an Herrn Director v. Littrow gerichteten Briefe die Priorität für sich in Anspruch genommen. Herr Radau wünschte, daß der auf diesen Versuch sich beziehende Theil seines Schreibens der hochgeehrten Classe gelegentlich mitgetheilt werde. Zur Zeit des Einlangens dieses Schreibens hatte ich schon die Absicht, einen Nachtrag

zu meinem Aufsatze zu veröffentlichen. Dieser Nachtrag sollte genauere numerische Bestimmungen und zugleich einige historische Notizen enthalten. Deßhalb überließ es Herr Director v. Littrow mir, bei dieser Gelegenheit von dem Schreiben Radau's Mittheilung zu machen. Es war mir jedoch diesen Sommer nicht möglich, die gewünschten Messungen zu machen, auch habe ich keine Hoffnung, solche vor Ende dieses Jahres fertig zu bringen. Ich sehe mich daher genöthigt, um die Mittheilung der Radau'schen Notiz nicht ungebührlicher Weise zu verzögern, fast nur geschichtliche Berichtigungen zu veröffentlichen.

Herr Radau bespricht den in Rede stehenden Versuch in einer Abhandlung über Combinationstöne im Moniteur scientifique Jahrgang 1865, p. 430. Es heißt daselbst: On connaît l'expérience de M. Lissajous, qui consiste à couvrir une plaque circulaire qui vibre avec $2n$ nodales, par un disque en carton offrant n secteurs pleins et autant de secteurs évidés. Quand les pleins se superposent aux ventres de vibration alternatifs, le son est renforcé. Si au contraire, ils couvrent les moitiés de deux secteurs contigus, le son est affaibli par l'interférence des vibrations des signes opposés. En faisant tourner le disque avec une vîtesse de m tours par seconde, on entend $2nm$ maxima et autant de minima d'intensité, ou $2nm$ intermittences. Or, les vibrations d'une plaque circulaire sont représentées par l'expression

$$R \sin n\varphi \sin 2\pi h t\,.$$

où h est le nombre de vibrations doubles, φ l'angle compté à partir d'une nodale qui passe par le centre, R une fonction de la distance au centre et du nombre de nodales $2n$. En prenant l'intégrale de cette expression, par rapport à φ, depuis $\varphi - \frac{\pi}{n}$ jusqu' à φ, on trouve que la somme des vîtesses est égale à

$$A \cos n\varphi \sin 2\pi h t.$$

C'est le mouvement que reçoit un point éloigné lorsque le disque est immobile, orienté sous l'angle φ. S'il tourne avec une vîtesse de m tours, nous avons $\varphi = 2\pi m t$, et la formule devient

$$A \sin 2\pi n m t \sin 2\pi h t = \tfrac{1}{2}A \cos 2\pi(h - nm)t - \tfrac{1}{2}A \cos 2\pi(h + nm)t.$$

Il se forme donc deux sons résultants $h \pm nm$, qui donnent entre eux $2nm$ battements par seconde. Quand n et m sont des nombres

un peu considérables, les deux sons résultants doivent se séparer nettement.

Daraus ist zu ersehen, daß Herr Radau den Versuch zwar nicht gemacht wohl aber angegeben und das Resultat desselben richtig vorausgesagt hat. Auch ist die Rechnung, die ihn zu diesem Resultate führt, dieselbe, welche auch ich gemacht habe, nur gilt die von mir gegebene Entwickelung einem allgemeineren Falle.

Aus dem Briefe des Herrn Radau habe ich noch hinzuzufügen, daß er die Bezeichnung Interferenztöne, welche ich für die auftretenden secundären Töne vorgeschlagen habe, nicht für passend hält und dafür die Bezeichnung Variationstöne in Antrag bringt.

In einem zweiten Versuche habe ich den periodischen Wechsel in der Intensität eines Tones dadurch erzielt, daß ich eine Klangscheibe vor dem Ohre oder einer Resonanzröhre rotiren ließ. Ein ähnlicher Versuch ist bereits von Savart gemacht worden. Am Schlusse einer Abhandlung, in welcher die Erscheinung der wandernden Knotenlinien besprochen wird und die in den Annales de chimie et de physique XXXVI. p. 257 (1827) enthalten ist, sagt er, daß der Ton einer kreisförmigen Scheibe mit wandernden Knotenlinien denselben Character habe, wie der einer gedrehten Scheibe. Quand le mouvement de rotation s'établit, les alternatives d'intensité disparaissent complètement, et alors le son revêt un caractère particulier, sans qu'on puisse apprécier s'il est plus intense que quand les parties vibrantes sont fixes: j'ai seulement cru remarquer qu'il était moins pur. Mais ce qui n'est pas douteux, c'est qu'il devient plus aigu, et d'autant plus que le système des parties vibrantes tourne plus rapidement: quand le nombre des vibrations est peu considérable et que le corps a de grandes dimensions, le son peut s'élever presque d'un son.

Ich habe in meinem Aufsatze schon hervorgehoben, daß merkwürdiger Weise bei allen Versuchen der höhere der beiden Nebentöne viel vernehmbarer hervortritt. Dies ist wohl der Grund, daß der tiefere Ton einem so ausgezeichneten Beobachter wie Savart und später bei dem nächsten Versuche auch Herrn Beetz entging. Auch bleibt diese Verschiedenheit in der Intensität der beiden Töne in der für diese Erscheinungen aufgestellten Theorie noch unerklärt.

Auch scheint Savart die Beobachtung nur an einer Scheibe mit wandernden Knotenlinien, nicht aber den Versuch mit der rotiren-

den Scheibe selbst gemacht zu haben, welcher die Erscheinung gewiß klarer gibt.

Ich komme nun zu dem dritten Versuche, bei welchem ich den periodischen Wechsel in der Tonstärke dadurch erzielte, daß ich eine Stimmgabel vor dem Ohre oder vor einer Resonanzröhre rotiren ließ. Über einen solchen Versuch findet sich schon in der Wellenlehre der Brüder Weber p. 510 folgende Stelle:

Wenn man eine Stimmgabel so in eine Drechselbank einspannt, daß die Stimmgabel um die Längenaxe ihres Stiels gedreht werden kann, so bemerkt man, daß die tönende Stimmgabel aufhört zu tönen, wenn ihre Umdrehungen eine gewisse Geschwindigkeit erreicht haben; aber der Ton wird wieder wahrnehmbar, wenn man das Rad der Drechselbank plötzlich anhält. Es ist dieses nicht so zu erklären, daß das Geräusch der Drechselbank die Stimmgabel übertäube, denn auch dann, wenn man die Öffnung einer cylinderförmigen Röhre in die Nähe der Zinken hält, und an die andere Öffnung der Röhre das Ohr bringt, überzeugt man sich davon, daß die Umdrehung zwar nicht die Schwingung der Gabel aufhebt, aber die Mittheilung derselben an die Luft hindert. Wir können von dieser merkwürdigen Erscheinung noch keine Erklärung geben."

Auch mir ist ein Fall vorgekommen, in welchem eine rotirende Gabel keinen Ton vernehmen ließ. Es war eine große Stimmgabel von König, mit 64 Schwingungen in der Secunde. Es war jedoch der Ton der ruhenden Gabel schon so schwach, daß ich schließen konnte, die Nebentöne würden durch das Geräusch der Drehbank verwischt. Bei stark tönenden Gabeln ereignete sich ein solcher Fall nie. Ich benützte bei den Versuchen zwei Gabeln mit 256, zwei mit 430, eine mit 860 Schwingungen in der Secunde.

Über die Töne rotirender Stimmgabeln machte auch Beetz Versuche. In den Berichten der physikalischen Gesellschaft von Berlin befindet sich vom Jahre 1851 die Angabe, daß Beetz einen Vortrag über die Tonänderungen bei rotirenden Körpern gehalten. Die Versuche hat er in neuester Zeit wieder aufgenommen und in Poggendorff's Annalen CXXVIII. 490 (heuriges Juliheft) veröffentlicht. Auch Beetz beobachtete, wie schon oben bemerkt wurde, nur den höheren Ton. Die Erklärung, die er von dieser Erscheinung gibt, beruht aber auf ganz anderen Principien, als den in meinem Aufsatze angewandten.

Es gibt endlich noch eine vierte Art, auf welche ich periodische Änderungen in der Tonstärke hervorbrachte. Sie besteht darin, daß ich eine Scheibe, in welcher gleich weit abstehende Löcher in einem Kreise eingeschlagen waren, vor einer Stimmgabel rotiren ließ. Ich habe diesen Versuch in meinem Aufsatze nicht beschrieben. Mir war es damals nur um die Versuche zu thun, bei welchen der Eigenton des schwingenden Körpers verschwindet. Dies ist bei diesem Versuche nicht der Fall, sein Ergebniß daher complicirter. Erst nach Erscheinen der Reclamation von Herrn Prof. Mach wiederholte ich einen solchen Versuch mit mehr Sorgfalt und überzeugte mich, daß bei Anwendung einer Resonanzröhre dieses Verfahren mit großem Vortheil benützt werden könne, weil man auf diese Weise den Nebentönen ein viel größeres Intervall zu geben im Stande ist. Ich will hier die Resultate zweier Versuche anführen.

Es wurden eine Stimmgabel, deren Grundton 256 Schwingungen in der Secunde macht, und ihr gegenüber eine auf diesen Ton abgestimmte Resonanzröhre aufgestellt. Zwischen Gabel und Röhre befand sich eine durchlöcherte Scheibe. Die Röhre resonirte nur, wenn sich eine Öffnung der Scheibe zwischen der Gabel und der Röhre befand. Die Scheibe wurde in Rotation versetzt. Das Schwungrad der Drehbank machte im Mittel 18 Umdrehungen in 10 Secunden. Auf jede Umdrehung des Schwungrades kommen 6 Umdrehungen der Scheibe, diese machte also beiläufig 10·8 Umdrehungen in der Secunde.

Die erste der angewendeten Scheiben hatte drei Öffnungen. Sie gab daher 32·4 Intensitätsschwankungen in der Secunde. Nach der Theorie müssen die Schwingungszahlen der secundären Töne sein 223·6 und 288·4. Die auf den Grundton abgestimmte Resonanzröhre hatte eine Länge von 32^{cm}. Das Bernouilli'sche Pfeifengesetz als richtig angenommen, müßte die auf die secundären Töne abgestimmte Röhre die Längen 36·5 und 28·4 haben. Bei dem Versuche ergaben sich die Längen der Röhre, bei welchen das Mitschwingen mit den beiden Tönen am stärksten erschien, zu 35·5 und 28·2.

Die zweite Scheibe hatte sechs Öffnungen, lieferte also 64·8 Intensitätsschwankungen in der Secunde. Die Schwingungszahlen der Nebentöne sind also 191·2 und 320·8, die entsprechenden Längen der Resonanzröhre 42·8 und 25·5. Bei dem Versuche wurden die Einstellungen auf 41 und 26 gemacht.

Ein mit diesem in der Form übereinstimmender Versuch wurde schon von Helmholtz gemacht und auch erklärt. Ich wurde darauf durch die oben angeführte Arbeit Radau's aufmerksam gemacht. In dem Anhange zur Lehre von den Tonempfindungen befindet sich p. 597 folgende Note: „Der untere Kasten meiner Doppelsirene klingt stark mit, wenn die Gabel a' vor seine untere Öffnung gehalten wird und die Löcher alle gedeckt sind, nicht aber, wenn die Löcher einer Reihe offen sind. Läßt man die Sirenenscheibe rotiren, so daß die Löcher abwechselnd offen und gedeckt sind, so erhält man eine Resonanz der Stimmgabel von periodisch wechselnder Stärke. Ist n die Schwingungszahl der Gabel, m die Zahl, welche angibt, wie oft ein einzelnes Loch des Kastens geöffnet wird, so ist die Stärke der Resonanz eine periodische Function der Zeit, also im einfachsten Falle zu setzen gleich

$$1 - \sin 2\pi mt.$$

Die Schwingungsbewegung der Luft wird also dann von der Form

$$(1 - \sin 2\pi mt) \sin 2\pi nt = \sin 2\pi nt + \tfrac{1}{2} \cos 2\pi(m+n)t - \tfrac{1}{2} \cos 2\pi(n-m)t$$

und man hört deßhalb außer dem Tone n auch noch die Töne $m+n$ und $n-m$. Dreht sich die Sirenenscheibe langsam, so ist m sehr klein und die genannten Töne sind einander sehr nahe, so daß sie Schwebungen geben. Bei rascher Drehung dagegen trennt sie das Ohr."

Auch Herr Prof. Mach hat derartige Versuche angestellt. Seine erste Publication darüber befindet sich im akademischen Anzeiger 1865, Nr. XIX im Anhange einer Mittheilung über die Wirkung zeitlicher und räumlicher Vertheilung der Lichtreize auf die Netzhaut. Es heißt daselbst: „Es wurden zeitlich intermittirende Lichtreize untersucht und deren Nutzeffect für die Empfindung gemessen. Sowohl die lichtleere wie die lichterfüllte Zeit wurde ihrer absoluten und relativen Größe nach variirt. Man kann aus den Ergebnissen der Experimente auf die Art des Anklingens und Abklingens der Netzhaut schließen.

Analoge Versuche wurden mit intermittirenden Schallreizen ausgeführt. Die Ergebnisse lassen sich jedoch nicht kurz fassen."

Obwohl ich diese Notiz bei ihrem Erscheinen gelesen habe, war sie mir doch zur Zeit, als ich die beschriebenen Versuche anstellte, nicht mehr im Gedächtniß. Auch hätte ich aus ihr schwerlich geschlossen, daß es sich in den Versuchen des Herrn Prof. Mach um dasselbe handelt, wie in meinen. Noch bemerke ich ausdrücklich, daß ich auch von keiner anderen Seite Kunde von den Versuchen des Herrn Prof. Mach hatte.

Eine genauere Angabe über seine Versuche hat Herr Prof. Mach in Folge der Veröffentlichung meines Aufsatzes gegeben im Anzeiger 1866, Nr. XIV. Es heißt daselbst: „Durch Herrn Prof. Stefan's Notiz im Anzeiger Nr. XIII sehe ich mich nun veranlaßt mitzutheilen, daß ich genau dieselbe Methode angewendet habe, wie Herr Prof. Stefan. Eine Stimmgabel wurde durch eine mit Ausschnitten versehene rotirende Scheibe gehört. Daß hiebei verschiedene Töne auftreten, sowie die einfachen von Prof. Stefan mitgetheilten mathematischen Bemerkungen, müssen sich natürlich jedem aufdrängen, der das Experiment einmal ausführt."

Ich hoffe, daß ich durch diesen Nachtrag den Zweck, den ich mir setzte, nämlich die Rechte eines jeden bei diesen Versuchen betheiligten Physikers zu wahren, so weit als meine bisherige Kenntniß der Quellen es gestattet, erreicht habe.

XXIV. SITZUNG VOM 8. NOVEMBER 1866.

In Verhinderung des Präsidenten der Classe führt Herr Prof. Unger den Vorsitz.

Herr Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über den Gerbstoff der Roßkastanie“.

Herr Jos. Schlesinger, Professor an der Oberrealschule am Bauernmarkt, übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Der unendliche Raum und die Begrenzung geometrischer Gebilde.“

Derselbe hinterlegt ferner ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Dr. J. G. v. Hahn, k. k. Consul zu Syra, übersendet einen aus dem Neugriechischen übersetzten Bericht des Herrn Dr. de Cigala über die Ausgrabungen auf der Insel Therasia nebst einigen von denselben herrührenden Gegenständen.

Herr Director Dr. K. Jelinek überreicht eine Abhandlung: „Über die mittlere Temperatur zu Wien nach 90jährigen Beobachtungen und über die Rückfälle der Kälte im Mai.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. I, Disp. 1ª—2ª. Torino, 1866; 8°.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 2. Bd. Wien, 1866; 8°.

American Journal of Science and Arts. Vol. XLII. Nrs. 124—125. New Haven, 1866; 8°.

Cosmos. 2ᵉ Série. XVᵉ Année, 4ᵉ Volume, 18ᵉ Livraison. Paris, 1866; 8°.

Czyrniański, Emil, Chemija nieorganiczna. I. Theil. 2. Auflage. Krakau, 1866; 8°.

Fiedler, Wilhelm, Analytische Geometrie der Kegelschnitte. Von George Salmon unter Mitwirkung des Verfassers deutsch bearbeitet. 2. Auflage. Leipzig, 1866; 8°.

Genootschap, Bataafsch, der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam: Nieuwe Verhandelingen. XII. Deel, 1. & 2. Stuk. Rotterdam, 1865; 4°.

Gesellschaft, allgem. Schweizer., für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Bd. XXI (3 Dekade, Bd. I.) Zürich, 1865; 4°. — Geschichte der Schweizer. Naturf. Gesellschaft zur Feier des 50jährigen Jubiläums in Genf am 21., 22. und 23. August 1865. Zürich, 1865; 4°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. V. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a/M., 1865; 4°.

— estnische gelehrte, zu Dorpat: Sitzungsb. 1865. Dorpat; 8°.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1865. Nr. 580—602. Bern, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 45. Wien, 1866; 8°.

Institut National Genevois: Mémoires Tome X^e. Années 1864 à 1865. Genève, 1866; 4°.

Istituto, R., tecnico di Palermo: Giornale di Scienze naturali ed economiche. Vol. I., Fasc. 3 & 4; Vol. II., Fasc. 1. Palermo, 1866; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Von Heinrich Will. 1865. 1. Heft. Giessen, 1866; 8°.

Moniteur scientifique. 237e Livraison. Tome VIIIe, Année 1866. Paris; 4°.

München, Königl. Sternwarte: V. Supplementband zu den Annalen. München, 1866; 8°.

Reader. Nr. 201, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Scheffler, Hermann, Die Gesetze des räumlichen Sehens. Braunschweig, 1866; 8°.

Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XXXIX. Année 1866. Nr. 2. Moscou; 8°.

— Helvétique des Sciences naturelles: Actes. 49e Session. 1865. Genève; 8°.

— Philomathique de Paris: Bulletin. Tome II^d. Octobre — Décembre 1865; Tome IIIe. Janvier—Mai 1866. Paris; 8°.

— Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome I^r, 1re—2e Livraisons.

La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres et New-York, 1866; 8°.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte. XXI. Jahrg. 2. & 3. Heft; XXII. Jahrg. 1. Heft. Stuttgart, 1865 & 1866; 8°.

Virlet d'Aoust, Coup d'oeil général sur la topographie et la géologie du Méxique et de l'Amérique Centrale. (Extr. du Bulletin de la S^té Géolog. de France, 2e Sér. T. XXIII.) 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 88— 89. Wien, 1866; 4°.

Über den Gerbstoff der Roßkastanie.

Von dem w. M. Dr. Friedrich Rochleder.

Schon Vauquelin, Pelletier und Caventou haben Gerbstoff, Letztere in der Rinde, Ersterer in allen Theilen der Roßkastanie nachgewiesen.

In der Rinde der Wurzel, des Stammes, der Äste und Zweige, in den Deckblättern der Blatt- und Blüthenknospen, in den Fruchtschalen, in der Samenhaut der unreifen Früchte findet sich eine nicht unbedeutende Menge von Gerbstoff, die Cotyledonen der unreifen Früchte, so wie die Samenhaut der reifen Früchte enthalten davon sehr wenig. In den Cotyledonen der reifen Frucht ist nichts davon aufzufinden.

Dieser Gerbstoff ist in reinem Zustande fast farblos, geruchlos, von stark adstringirendem Geschmack, leicht löslich in Wasser, Weingeist und Äther.

Die Lösungen färben sich an der Luft unter Sauerstoffaufnahme dunkel, zuletzt erscheinen sie rothbraun. Zusatz von Alkali befördert die Oxydation sehr. Es ist nicht gelungen den Gerbstoff krystallisirt zu erhalten.

Eine Lösung des Gerbstoffes in Wasser wird durch eine Eisenchloridlösung intensiv grün gefärbt. Ist der Gerbstoff mit einer Kali-, Natron- oder Ammoniaklösung in kleiner Menge versetzt, so bringt Eisenchlorid eine violette Färbung hervor. Die Gerbstofflösung fällt Leim aber nicht Brechweinsteinlösung. Schwefelsäure, Salzsäure und Metaphosphorsäure, der concentrirten wässerigen Gerbstofflösung zugesetzt, fällen einen Theil desselben in fast farblosen, ins Fleischfarbe spielenden Flocken. Stets bleibt jedoch ein nicht unbedeutender Theil des Gerbstoffes in der sauren Flüßigkeit gelöst. Essigsäure hindert die Fällung durch Mineralsäuren.

Wird eine wässerige concentrirte Lösung des Gerbstoffes mit einer concentrirten Lösung von Ammoniumsulfhydrat versetzt, so fällt

ein fleischfarbiger Niederschlag zu Boden, der in Essigsäure haltendem Wasser gelöst werden kann. Diese Lösung enthält unveränderten Gerbstoff.

Lösungen von saurem schwefligsaurem Kali oder Natron schlagen viel Gerbstoff aus der wässerigen Lösung nieder. Kochsalz in fester Form einer Gerbstofflösung zugesetzt, scheidet in Flocken, die auf der Flüssigkeit schwimmen, einen bedeutenden Theil des Gerbstoffes aus der Lösung ab. Durch essigsaures Bleioxyd fällt der Gerbstoff als blaßrehfarbene, pulverige Masse, vollständiger aus weingeistiger als aus wässeriger Lösung. Der Niederschlag ist in essigsäurehaltigem Wasser löslich und wird daraus durch Alkohol so wie durch Bleiessig niedergeschlagen.

Essigsaure Thonerde fällt aus Gerbstofflösung eine blaßrehfarbene Verbindung. In der Siedhitze erfolgt ein Niederschlag auch bei Gegenwart von viel freier Essigsäure. Beim Erkalten löst sich aber der Niederschlag wieder in der Säure größtentheils auf. Thonerdehydrat entzieht einer wässerigen Lösung den ganzen Gerbstoffgehalt.

Wird eine wässerige Gerbstofflösung mit Salzsäure oder Schwefelsäure versetzt, bis auf 100 C. erwärmt, so färbt sich die Flüssigkeit dunkelkirschroth, es scheiden sich zinnoberrothe Flocken ab, deren Menge sich beim Erkalten der Flüssigkeit noch etwas vermehrt. Eine weingeistige Lösung des Gerbstoffes mit Salzsäure gibt beim Kochen ebenfalls eine kirschrothe Flüssigkeit.

Die Zusammensetzung des Gerbstoffes ist folgende:

I. 0·2801 bei 115°C. in einem Strom von Kohlensäure getrocknet, aus der Samenhaut unreifer Früchte dargestellt, gaben 0·6072 Kohlensäure und 0·1195 Wasser.

II. 0·4803 gaben 1·0388 Kohlensäure und 0·2043 Wasser.

III. 0·5863 bei 108°C. im Kohlensäurestrom getrocknet, aus einer Portion Samenhaut dargestellt, gaben 1·265 Kohlensäure und 0·2503 Wasser.

IV. 0·3882 gaben 0·8369 Kohlensäure und 0·162 Wasser.

V. 0·2595 Gerbstoff, aus Blättern, die im Hochsommer gesammelt waren, bei einer 100 C. nahen Temperatur im Vacuo getrocknet, gaben 0·563 Kohlensäure und 0·1067 Wasser.

VI. 0·2441 gaben 0·5298 Kohlensäure und 0·0956 Wasser. Das Material zu den Analysen V und VI war aus wässeriger Lösung mit Salzsäure gefällt worden.

VII. 0·2802 aus einer Masse vollkommen ausgebildeter Blätter, nahe bei 100°C. im Vacuo getrocknet, gaben 0·6075 Kohlensäure und 0·1160 Wasser.

VIII. 0·2128 Gerbstoff aus Blättern, die soeben aus den Knospen hervorgebrochen waren bei nahe 100°C. im Vacuo getrocknet, gaben 0·4618 Kohlensäure und 0·0886 Wasser.

IX. 0·3125 Gerbstoff, aus Stammesrinde dargestellt, bei 118°C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·6769 Kohlensäure und 0·136 Wasser.

Diese Zahlen entsprechen folgender, später zu begründenden Formel:

	Berechnet	I.	II.	III.
C 52 = 312	59·09	59·12	58·99	58·84
H 24 = 24	4·55	4·74	4·73	4·74
O 24 = 192	36·36	36·14	36·28	36·42
528	100·00	100·00	100·00	100·00

	Berechnet	IV.	V. K.	VI. K.
C 52 = 312	59·09	58·82	59·17	59·19
H 24 = 24	4·55	4·64	4·56	4·35
O 24 = 192	36·36	36·54	36·27	36·46
528	100·00	100·00	100·00	100·00

	Berechnet	VII. K.	VIII. K.	IX.
C 52 = 312	59·09	59·13	59·18	59·08
H 24 = 24	4·55	4·60	4·62	4·83
O 24 = 192	36·36	36·27	36·20	36·09
528	100·00	100·00	100·00	100·00

Gerbstoff, der bei nahe 100°C. aber nicht im Vacuo getrocknet wird, enthält noch 1/2 Atom Wasser zurück.

X. 0·3959 Gerbstoff aus Astrinde, gaben 0·8465 Kohlensäure und 0·18 Wasser.

XI. 0·3126 gaben 0·67 Kohlensäure und 0·1376 Wasser.

XII. 0·3498 Gerbstoff aus den Deckblättern eben aufspringender Blattknospen dargestellt, gaben 0·7468 Kohlensäure und 0·1492 Wasser.

	Berechnet	X. K.	XI. K.	XII. K.
C 52	58·59	58·32	58·45	58·22
H 24·5	4·60	5·05	4·89	4·74
O 24·5	36·81	36·63	36·66	37·04
	100·00	100·00	100·00	100·00

Eine wässerige Lösung des Gerbstoffes mit einer wässerigen Lösung von doppeltchromsaurem Kali bei gewöhnlicher Temperatur versetzt, färbt sich augenblicklich dunkel und läßt einen braunen Niederschlag fallen, eine Verbindung des oxydirten Gerbstoffes mit Chromoxyd. Das doppeltchromsaure Salz geht dabei in neutrales chromsaures Kali über. Der gewaschene Niederschlag bei nahe 100°C. im Vacuo getrocknet, zeigt eine hell gelbbraune Farbe.

XIII. 0·296 gaben 0·5072 Kohlensäure und 0·1155 Wasser. Durch Glühen wurden aus 0·2545 der Verbindung 0·0292 Chromoxyd erhalten.

		Berechnet		XIII. K.
C 52 = 312	—	47·03	—	46·73
H 27 = 27	—	4·07	—	4·33
O 31 = 248	—	37·38	—	37·47
Cr_2O_3 = 76·4	—	11·52	—	11·47
663·4	—	100·00	—	100·00

Durch Erwärmen mit verdünnter Salzsäure läßt sich aus der frisch bereiteten, noch nicht getrockneten Verbindung das Chromoxyd ausziehen. Es bleibt ein rothbrauner, pulveriger Körper zurück, der mit Wasser gewaschen und bei 100° C. im Vacuo getrocknet wurde.

XIV. 0·3075 dieses Oxydationsproductes gaben 0·649 Kohlensäure und 0·1153 Wasser.

		Berechnet		XIV. K.
C 52 = 312	—	57·56	—	57·56
H 22 = 22	—	4·06	—	4·17
O 26 = 208	—	38·38	—	38·27
542	—	100·00	—	100·00

$C_{52}H_{22}O_{26} = C_{52}H_{24}O_{24} - H_2 + O_2$.

Eine Portion Rindengerbstoff wurde in verdünnter Kalilauge gelöst, einige Minuten im Sieden erhalten. Die dunkle Flüssigkeit mit Salzsäure versetzt, gibt einen rehfarbenen Niederschlag, der in heißem Wasser löslich, in kaltem beinahe unlöslich ist. Bei 100°C. im Vacuo getrocknet, hält dieser Körper noch ein Atom Wasser zurück.

XV. 0·3674 gaben 0·7608 Kohlensäure und 0·1553 Wasser.

		Berechnet		XV. K.
C 52 = 312	—	56·42	—	56·47
H 25 = 25	—	4·52	—	4·69
O 27 = 216	—	39·06	—	38·84
553	—	100·00	—	100·00

$C_{52}H_{24}O_{24} + {}_2O = C_{52}H_{24}O_{26}$. Es findet also eine directe Sauerstoffaufnahme Statt.

Salze des Gerbstoffes von constanter Zusammensetzung zu erhalten, gelang nicht. Viele Metallsalzlösungen mit einer Gerbstofflösung vermischt, üben eine oxydirende Wirkung auf den Gerbstoff aus. Die Alkalien und Erden verbinden sich mit Gerbstoff zu Salzen, die mit so großer Schnelligkeit durch den Sauerstoff der Luft oxydirt werden, daß sie zur Analyse nicht verwendbar sind. Manche Basen verbinden sich zwar mit dem Gerbstoff zu Salzen, die weniger der Veränderung ausgesetzt sind, man erhält sie aber bei wiederholter Darstellung von variirender Zusammensetzung. Die entstehenden Niederschläge sind Gemenge verschiedener basischer Salze in wechselnden Verhältnissen.

Es wurde schon oben erwähnt, daß der Gerbstoff durch erwärmte, verdünnte Mineralsäuren eine Veränderung erleidet, daß eine solche Lösung sich kirschroth färbt und prächtig rothe Flocken fallen läßt, die sich beim Erkalten vermehren. Ähnlich verhält sich eine weingeistige Gerbstofflösung, die mit Mineralsäuren versetzt ist, in der Wärme. Um zu sehen, ob der Gerbstoff unter diesen Verhältnissen eine Spaltung erleidet, ob etwa Zuckerbildung dabei stattfindet, wurde folgender Versuch angestellt.

Eine weingeistige Lösung von Gerbstoff wurde mit Salzsäure vermischt und in einem enghalsigen Kolben durch 12 Stunden auf dem Wasserbade erwärmt. Die prachtvoll kirschrothe Lösung wurde durch ein Filter von einer carminrothen, ausgeschiedenen Substanz getrennt, Wasser dem Filtrat in großer Menge zugesetzt und der dadurch bewirkte rothe Niederschlag durch ein Filter entfernt. Das Filtrat wurde mit einem Überschuß von kohlensaurem Blei (im frischgefällten Zustande) versetzt und auf dem Wasserbade erwärmt. Der dicke Brei wurde mit viel Weingeist von 40°B. vermischt, die Masse auf ein Filter gebracht und mit Weingeist ausgewaschen. Das Filtrat und die Waschflüssigkeit wurden vereint und im Wasserbade eingedampft. Der Verdunstungsrückstand wurde mit beinahe wasserfreiem (98% Alkohol haltendem) Weingeist in der Siedhitze gelöst, wobei einige Flocken einer Bleiverbindung ungelöst blieben und durch ein Filter entfernt wurden, das Filtrat der Destillation unterworfen und der geringe Destillationsrückstand in kaltem Wasser gelöst, wobei einige röthliche Flocken ungelöst blieben und entfernt wurden. Diese

gelbliche wässerige Flüssigkeit wurde mit Thierkohle behandelt, worauf sie nur äußerst blaß weingelb erschien und im Wasserbade zur Trockne verdampft. Der geringe Rückstand löste sich in fast wasserfreiem Alkohol auf und diese Lösung mit Äther vermischt, schied nur einige spärliche graue Flocken ab. Nach dem Abdestilliren des Äthers und Weingeistes blieb eine Spur eines Körpers, der Fehling'sche Flüssigkeit nicht reducirte, wie zu erwarten stand. Zuckerbildung findet somit nicht Statt.

Wie die folgenden Analysen darthun werden, besteht die Veränderung des Gerbstoffes durch erwärmte Mineralsäuren in einer Ausscheidung von Wasserstoff und Sauerstoff, die in der Form von Wasser austreten. Je nach der Höhe der Temperatur, der Concentration der Säure und der Dauer der Einwirkung, treten zwei oder vier Äquivalente von Wasserstoff und Sauerstoff aus dem Gerbstoffe als Wasser aus. Es wurden zu wiederholten Malen Substanzen erhalten, deren Zusammensetzung der Formel $C_{52}H_{22}O_{22}$ entsprach, Es ist jedoch leicht begreiflich, daß es ganz unmöglich ist, die Operation so zu leiten, daß die Einwirkung gerade bei diesem Punkte der Deshydratisirung stehen bleibt, denn entweder ist bereits die Einwirkung weiter fortgeschritten und man erhält neben $C_{52}H_{22}O_{22}$ auch den Körper $C_{52}H_{20}O_{20}$, der sich nicht von dem Andern trennen läßt, oder die Einwirkung ist noch nicht so weit gegangen, daß aller Gerbstoff in $C_{52}H_{22}O_{22}$ umgewandelt wurde. In diesem Falle erhält man ein Product, das als ein Gemenge oder eine Verbindung von dem Körper $C_{52}H_{22}O_{22}$ mit noch unverändertem Gerbstoff anzusehen ist.

Diese Entziehung von Wasserstoff und Sauerstoff kann durch Einwirkung von Wärme auf den Gerbstoff nicht in gleicher Weise bewirkt werden. Gerbstoff aus den Cotyledonen unreifer Früchte dargestellt, in denen er sich in sehr geringer Menge findet, wurde aus einer concentrirten wässerigen Lösung durch Salzsäure gefällt. Die abgeschiedene, flockige Masse wurde auf einem Filter gesammelt und auf einer unglasirten Porzellanplatte von der größten Menge der Salzsäure befreit. Man brachte den Gerbstoff über ein Gefäß mit Schwefelsäure und ein Gefäß mit Kalkhydrat in's Vacuum und trocknete ihn. Der trockene Gerbstoff wurde in einem Strom von Kohlensäure einen Tag lang auf 127°C. erhitzt. Er stellte nach dieser Behandlung eine etwas in's Graue ziehende, weiße, spröde Masse dar, wie die Analyse zeigt, um zwei Atome Wasserstoff und Sauerstoff

ärmer, als der ursprüngliche Gerbstoff, aber ohne alle Ähnlichkeit mit dem rothen Körper von gleicher Zusammensetzung der bei der Einwirkung von Säuren bei einer niedrigeren Temperatur entsteht. Der Gerbstoff hatte durch die Hitze seine Farbe nicht geändert, seine Löslichkeitsverhältnisse sind aber andere geworden. Er löst sich nur spurenweise im kalten Wasser auf. In heißem Wasser ist er löslich, die heiße Lösung setzt aber unter Trübung beim Erkalten einen großen Theil des Gelösten wieder ab und behält nur so viel in Lösung, als durch das Kochen mit Wasser wieder in den ursprünglichen Gerbstoff zurückverwandelt worden war. Die Analyse des bei 127°C. getrockneten Gerbstoffes lasse ich hier folgen.

XVI. 0·3165 gaben 0·7102 Kohlensäure und 0·1177 Wasser.

		Berechnet		XVI.
C 52 = 312	—	61·18	—	61·20
H 22 = 22	—	4·31	—	4·13
O 22 = 176	—	34·51	—	34·67
510	—	100·00	—	100·00

Während es gelingt, den durch bloßes Erhitzen bei Ausschluß der Luft veränderten Gerbstoff durch Kochen mit Wasser wieder in den ursprünglichen Gerbstoff zurückzuführen, gelang es mir bei der durch Säuren erzeugten, gleichzusammengesetzten Substanz nicht. Durch bloßes Kochen mit Wasser, durch Lösen in Weingeist und Fällen mit Wasser wird die Zurückverwandlung nicht bewerkstelligt. Durch Kochen mit Alkali bei Ausschluß der Luft geht zwar die rothe Farbe verloren, aber die Lösung enthält eine in Wasser unlösliche, nur in siedendem Wasser schwerlösliche Substanz an das Alkali gebunden. Durch die Einwirkung von Säuren geht demnach eine tiefer greifende Veränderung vor sich.

Es existiren zwei Modificationen der rothen Körper, welche durch die Einwirkung der Säuren (in der Wärme) auf Gerbstoff entstehen. Die eine Modification ist in Alkohol löslich, die andere Modification nicht. Wird eine concentrirte wässerige Lösung von Gerbstoff mit Salzsäure versetzt und die Flüssigkeit, welche noch viel Gerbstoff enthält von dem ausgeschiedenen Gerbstoff abgegossen und im Wasserbade erhitzt, so wird, gleichgiltig, ob die Luft Zutritt hat oder nicht, die Flüssigkeit intensiv kirschroth gefärbt und setzt Flocken von der Farbe des besten Zinnobers ab, deren Menge sich beim Abkühlen der Flüssigkeit noch vermehrt. Die rothe Masse durch ein

Filter von der sauren Flüssigkeit getrennt, mit Wasser gewaschen, stellt ein prachtvoll rothes, meistens in Alkohol vollkommen lösliches Product dar.

Zuweilen bleibt jedoch ein größerer oder geringerer Theil bei der Behandlung mit Alkohol ungelöst zurück, als dunkelkirschrothe, im feuchten Zustande etwas gelatinöse Masse, die getrocknet und zerrieben, ein cochenillerothes Pulver gibt. Die beiden Modificationen zeigen ganz dieselbe Zusammensetzung. So wie gegen Weingeist verhalten sich diese beiden Modificationen auch verschieden gegen eine Sodalösung. Die in Weingeist lösliche Modification löst sich mit violetter Farbe, diese geht an der Luft bald in ein schmutziges Rothbraun über. Wird aber die Lösung schnell mit Salzsäure versetzt, so fallt unter Entfärbung der Flüssigkeit die Substanz in hellrothen Flocken heraus. Die in Alkohol unlösliche Modification löst sich in Sodalösung nicht im Geringsten. Die lösliche Modification löst sich in kalter Ätzkalilauge mit smaragdgrüner Farbe auf, diese Lösung oxydirt sich rasch an der Luft und wird mißfarbig. Die Lösung vor Sauerstoffzutritt bewahrt und erhitzt wird bräunlichgelb und färbt sich an der Luft dunkelroth. Die in Weingeist unlösliche Modification löst sich nicht in kalter Kalilauge, sie quillt darin etwas auf und schwimmt in der ungefärbten Lauge, selbst beinahe schwarz gefärbt. Beim Kochen aber findet Lösung statt, und die Lösung in Kali ist dieselbe, in jeder Beziehung man mag die eine oder andere Modification in der heißen Lauge gelöst haben.

Durch Behandlung des Gerbstoffes mit Salzsäure und Alkohol erhält man ebenfalls die rothen Producte wie bei der Anwendung von wässeriger Lösung des Gerbstoffes. Es läßt sich jedoch durch längere Einwirkung eine Ätherificirung des rothen Körpers, der die Zusammensetzung $C_{52}H_{20}O_{20}$ besitzt, erzielen. Der Äther, welcher der Formel $C_{56}H_{24}O_{20}$ entsprechend zusammengesetzt ist, existirt ebenfalls in einer in Alkohol löslichen und einer in Alkohol unlöslichen Modification. Durch Kochen mit Kalilauge werden beide Modificationen des Äthers unter Freiwerden von Alkohol zersetzt und an das Kali ist dieselbe Substanz gebunden, gleichviel ob die lösliche oder unlösliche Modification des Äthers mit Kali behandelt wurde.

Es folgen hier die Analysen einiger durch Einwirkung von Salzsäure auf Gerbsäure (in der Wärme) entstandenen rothen Producte, deren allgemeine Formel $C_{52}H_{24}O_{24} - nHO$ ist.

XVII. 0·4238 aus Rindengerbstoff dargestellt, gaben 0·9365 Kohlensäure und 0·1756 Wasser. (Das Material bei 100° C. im Vacuo getrocknet.)

XVIII. 0·3469 gaben 0·768 Kohlensäure und 0·1465 Wasser.

	Berechnet	XVII. K.	XVIII. K.
C 52 = 312	60·12	60·27	60·37
H 23 = 23	4·43	4·60	4·69
O 23 = 184	35·45	35·13	34·94
519	100·00	100·00	100·00

$2(C_{52}H_{23}O_{23})$ kann als eine Verbindung von $C_{52}H_{24}O_{24}$ mit $C_{52}H_{22}O_{22}$ angesehen werden.

Eine Portion Gerbstoff, aus Zweigrinde dargestellt, wurde mit Salzsäure und Wasser in der Siedhitze so lange erhalten, bis der gebildete Niederschlag schön kirschroth geworden war. Mit Wasser ausgewaschen und im Vacuo getrocknet war die Masse zwischen zinnober- und cochenilleroth gefärbt. Die Analyse gab folgende Zahlen:

XIX. 0·158 bei 117° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·3514 Kohlensäure und 0·0665 Wasser.

XX. 0·4124 aus Gerbstoff von Astrinde dargestellt bei 118° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·9151 Kohlensäure und 0·1675 Wasser.

XXI. 0·2501 aus Gerbsäure von vollkommen ausgewachsenen Blättern bereitet, im Vacuo bei 100° C. getrocknet, gaben 0·5552 Kohlensäure und 0·1068 Wasser.

XXII. 0·2904 aus demselben Material wie bei XXI von einer andern Darstellung, bei 100° C. im Vacuo getrocknet, gaben 0·645 Kohlensäure und 0·1118 Wasser.

Die Formel $C_{208}H_{90}O_{90} = 3(C_{52}H_{22}O_{22}) + C_{52}H_{24}O_{24}$ erfordert folgende Zahlen:

	Berechnet	XIX.	XX.	XXI. K.	XXII. K.
C 208 = 1248	60·64	60·65	60·51	60·54	60·57
H 90 = 90	4·37	4·67	4·51	4·74	4·27
O 90 = 720	34·99	34·68	34·98	34·72	35·16
2058	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

Ich setze hier einige Analysen von Producten her, welche durch Behandeln von Rindengerbstoff mit Salzsäure erhalten wurden. Der

Gerbstoff war zu verschiedenen Malen dargestellt worden. Die Producte hatten alle eine dunkle, carminrothe Farbe.

XXIII. 0·2699 aus Rindengerbsäure, die zur Darstellung des Körpers gedient hatte, dessen Analyse sich unter XVII aufgeführt findet, bei 100° C. im Vacuo getrocknet, gaben 0·6055 Kohlensäure und 0·1082 Wasser.

XXIV. 0·2623 derselben Substanz gaben 0·5883 Kohlensäure und 0·105 Wasser.

XXV. 0·4295 bei 125° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, durch Behandeln einer Thonerdeverbindung von Rindengerbstoff mit Salzsäure erhalten, gaben 0·9666 Kohlensäure und 0·1833 Wasser.

XXVI. 0·4194 bei 125° C. getrocknet aus Rindengerbstoff, gaben 0·9431 Kohlensäure und 0·1796 Wasser.

XXVII. 0·4674 aus Rindengerbstoff mit Weingeist und Salzsäure dargestellt, bei 118° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 1·0476 Kohlensäure und 0·1902 Wasser.

		Berechnet	XXIII. K.	XXIV. K.	XXV.
C 52	= 312	61·18	61·18	61·16	61·38
H 22	= 22	4·31	4·45	4·44	4·74
O 22	= 176	34·51	34·37	34·40	33·88
	510	100·00	100·00	100·00	100·00

		Berechnet	XXVI.	XXVII.
C 52	= 312	61·18	61·32	61·13
H 22	= 22	4·31	4·75	4·52
O 22	= 176	34·51	33·93	34·35
	510	100·00	100·00	100·00

Die hier folgenden Analysen sind mit Substanzen angestellt, bei denen der Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt vermindert erscheint, so daß sie als Gemenge von dem Körper $C_{52}H_{22}O_{22}$ und der Substanz $C_{52}H_{20}O_{20}$ anzusehen sind.

XXVIII. 0·4274 gaben bei 117° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, 0·974 Kohlensäure und 0·1783 Wasser. Die Substanz war erhalten durch Kochen der Thonerdeverbindung des Rindengerbstoffes mit Wasser und Salzsäure und Kochen des dadurch erhaltenen rothen Productes (s. dessen Analyse XXV) mit Alkohol und etwas Salzsäure, wobei diese Substanz in Lösung blieb und durch Wasser gefällt wurde.

XXIX. 0·472 bei 117° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, aus Rindengerbsäure dargestellt, gaben 1·0799 Kohlensäure und 0·1904 Wasser.

XXX. 0·1578, aus Gerbstoff der Samenhaut unreifer Früchte dargestellt, durch Kochen der Lösung in Weingeist von 40° B. unter Zusatz von Salzsäure, bei 108° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·3597 Kohlensäure und 0·0607 Wasser.

		Berechnet		XXVIII.		XXIX.		XXX.
C 52 = 312	—	62·28	—	62·15	—	62·40	—	62·17
H 21 = 21	—	4·19	—	4·63	—	4·48	—	4·27
O 21 = 168	—	33·53	—	33·22	—	33·12	—	33·56
501	—	100·00	—	100·00	—	100·00	—	100·00

$$2(C_{52}H_{21}O_{21}) = C_{52}H_{20}O_{20} + C_{52}H_{22}O_{22}.$$

Es folgen nun ein paar Analysen des Körpers, welcher der Formel $C_{52}H_{20}O_{20}$ entsprechend zusammengesetzt ist. Die Analysen gaben einen Gehalt von Wasserstoff und Sauerstoff der $^1/_2$ Atom HO auf 52 Atome Kohlenstoff mehr beträgt, als die Formel $C_{52}H_{20}O_{20}$ verlangt. Der Grund liegt darin, daß das Trocknen der Substanzen nicht bei einer über 128° C. gehenden Temperatur vorgenommen wurde, aus Befürchtung, durch zu starkes Erhitzen anderweitige Veränderungen herbeizuführen. Die Existenz einer Verbindung $C_{52}H_{20}O_{20}$ ist durch diese Analysen gleichwohl bewiesen und wird durch die Existenz des Äthers = $C_{56}H_{24}O_{20}$ außer allen Zweifel gesetzt.

XXXI. 0·2726, aus dem Gerbstoff der Samenhaut unreifer Früchte gewonnen, bei 128° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·6254 Kohlensäure und 0·1023 Wasser.

XXXII. 0·5278 aus Rindengerbstoff durch Behandlung mit Alkohol und Salzsäure neben Äther erhalten, gaben 1·2164 Kohlensäure und 0·2091 Wasser.

		Berechnet		XXXI.		XXXII.
C 52 = 312	—	62·84	—	62·57	—	62·85
H 20·5 = 20·5	—	4·13	—	4·17	—	4·40
O 20·5 = 164·0	—	33·03	—	33·26	—	32·75
496·5	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Eine Portion von rother Substanz, die aus Rindengerbstoff durch Behandeln mit Salzsäure dargestellt, der Formel $C_{52}H_{22}O_{22}$ entspre-

chend zusammengesetzt und in Weingeist ganz löslich war, wurde in einer Atmosphäre von Wasserstoff mit Kalilauge gekocht, die in Wasserstoffgas erkaltete Flüssigkeit mit Salzsäure versetzt und der rehfarbene Niederschlag auf einem Filter gesammelt und mit kaltem Wasser gewaschen. Bei 100° C. im Vacuo getrocknet, zeigte er folgende Zusammensetzung:

XXXIII. 0·322 gaben 0·7345 Kohlensäure und 0·13 Wasser.

		Berechnet		XXXIII. K.
C 52 = 312	—	62·28	—	62·21
H 21 = 21	—	4·19	—	4·48
O 21 = 168	—	33·53	—	33·31
501	—	100·00	—	100·00

Ein in Alkohol unlösliches, durch Einwirkung von Salzsäure auf Gerbstoff erhaltenes, rothes Product, ebenfalls der Formel $C_{52}H_{22}O_{22}$ entsprechend zusammengesetzt, wurde ebenso mit Kali behandelt, wie die lösliche Modification und gab einen rehfarbenen Körper, der bei 106° C., im Kohlensäurestrom getrocknet, analysirt wurde.

XXXIV. 0·3916 gaben 0·899 Kohlensäure und 0·1537 Wasser.

		Berechnet		XXXIV.
C 52 = 312	—	62·84	—	62·61
H 20·5 = 20·5	—	4·13	—	4·36
O 20·5 = 164·0	—	33·03	—	33·03
496·5	—	100·00	—	100·00

Diese Substanz würde bei etwas höherer Temperatur getrocknet, die Zusammensetzung $C_{52}H_{20}O_{20}$ gezeigt haben. Es wird also bei der Behandlung mit starker Ätzlauge in der Siedhitze der Körper $C_{52}H_{22}O_{22}$ in $C_{52}H_{20}O_{20}$ verwandelt, wie durch fortgesetztes Erhitzen mit Mineralsäuren, das so gebildete rehfarbene Product unterscheidet sich aber in seinen Eigenschaften von dem rothen durch Säure gebildeten Producte von gleicher Zusammensetzung.

Wird ein durch Kali gewonnenes Product mit Salzsäure und Alkohol in der Wärme behandelt, so bildet sich der Äther $C_{56}H_{24}O_{20}$ ebenso daraus, wie er sich durch Behandlung des Gerbstoffes mit Salzsäure und Alkohol bildet. Auch die durch Behandeln des Gerbstoffes mit Salzsäure oder Schwefelsäure in wässeriger Lösung

erhaltenen, rothen Producte geben mit Salzsäure und Alkohol erhitzt, den Äther $C_{56}H_{24}O_{20}$, von dem eine in Alkohol lösliche Modification existirt, die sich stets neben der in Alkohol unlöslichen bildet.

Ich lasse hier einige Analysen dieses Äthers folgen, die mit beiden Modificationen des Äthers angestellt wurden.

XXXV. 0·4456 von der unlöslichen Modification, bei 113° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 1·055 Kohlensäure und 0·1902 Wasser. Das Material war durch Kochen einer mit Salzsäure versetzten, alkoholischen Lösung eines aus Rindengerbsäure (mit Wasser und Salzsäure bei 100° C.) dargestellten, rothen Entwässerungsproductes gewonnen.

XXXVI. 0·2756 von der löslichen Modification, gleichzeitig bei der Bereitung des Materials zur vorhergehenden Analyse erhalten, gaben bei 111° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, 0·651 Kohlensäure und 0·1159 Wasser.

XXXVII. 0·1391 von der löslichen Modification, dargestellt durch Sieden der mit Salzsäure versetzten, alkoholischen Lösung der Substanz, die zur Analyse XXXIII verwendet worden war, getrocknet bei 116° C. im Kohlensäurestrom gaben 0·3293 Kohlensäure und 0·0585 Wasser.

		Berechnet		XXXV.		XXXVI.		XXXVII.
C 56 = 336	—	64·62	—	64·57	—	64·42	—	64·56
H 24 = 24	—	4·62	—	4·74	—	4·68	—	4·67
O 20 = 160	—	30·76	—	30·69	—	30·90	—	30.77
520	—	100·00	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Um diesen Äther trocken zu erhalten, bedarf es einer Temperatur von wenigstens 110° C. Das Trocknen erfordert mindestens sechs Stunden Zeit. Wird bei einer niedrigeren Temperatur als 110° C. getrocknet, oder das Trocknen bei dieser, oder einer etwas höheren Temperatur nur ein paar Stunden fortgesetzt, so enthält der Äther noch etwas Wasser, wie die folgenden Analysen zeigen.

XXXVIII. 0·1793 aus Samenhaut dargestellt, gaben bei 100° C. im Kohlensäurestrom getrocknet 0·4171 Kohlensäure und 0·0739 Wasser.

XXXIX. 0·2705 aus Rindengerbstoff dargestellt, bei 115° C., eine Stunde im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·63 Kohlensäure und 0·1159 Wasser.

XL. 0·328 bei 106° C. einige Stunden im Kohlensäurestrom getrocknet, gaben 0·7633 Kohlensäure und 0·1423 Wasser.

		Berechnet		XXXVIII.		XXXIX.		XL.
C 56 = 336	—	63·52	—	63·43	—	63·52	—	63·47
H 25 = 25	—	4·72	—	4·58	—	4·75	—	4·82
O 21 = 168	—	31·76	—	31·99	—	31·73	—	31·71
529	—	100·00	—	100·00	—	100·00	—	100·00

XLI. 0·2169 von derselben Substanz, die zur Analyse XXXV gedient hatte, bei 103° C. getrocknet, gaben 0·5102 Kohlensäure und 0·0937 Wasser.

XLII. 0·366 von der Substanz die zur Analyse XXXVIII verwendet worden war, gaben bei 120° C. im Kohlensäurestrom durch kurze Zeit getrocknet, 0·8595 Kohlensäure und 0·1582 Wasser.

		Berechnet		XLI.		XLII.
C 56 = 336	—	64·06	—	64·15	—	64·05
H 24·5 = 24·5	—	4·67	—	4·80	—	4·80
O 20·5 = 164·0	—	31·27	—	31·05	—	31·15
524·5	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Wird der Äther, gleichviel, ob die in Alkohol lösliche oder nicht lösliche Modification, mit Kalilauge in einer Atmosphäre von Wasserstoff gekocht, so entweicht mit den Wasserdämpfen gleichzeitig Alkohol und die Kalilösung in Wasserstoff erkaltet, gibt mit Schwefelsäure versetzt den rehfarbenen Niederschlag des Körpers, den man auch aus den rothen Körpern auf dieselbe Weise erhält, die durch Säuren in der Wärme aus wässerigen Gerbstofflösungen entstehen.

Zwei solche Producte wurden bei gewöhnlicher Temperatur über Schwefelsäure im Vacuo getrocknet, zur Analyse verwendet.

XLIII. 0·1944 gaben 0·44 Kohlensäure und 0·0715 Wasser.

XLIV. 0·3005 gaben 0·6814 Kohlensäure und 0·1105 Wasser.

		Berechnet		XLIII.		XLIV.
C 52 = 312	—	61·72	—	61·73	—	61·84
H 21·5 = 21·5	—	4·25	—	4·09	—	4·09
O 21·5 = 172·0	—	34·03	—	34·18	—	34·07
505·5	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Bei höherer Temperatur getrocknet würde die Substanz noch 1·5 HO verloren haben.

Es ist schon früher erwähnt worden, daß diese rehfarbene Substanz, die sich bei der Behandlung der rothen Dehydratisirungsproducte des Gerbstoffes mit Kalilösung in der Siedhitze bildet, sich in alkalischer Lösung bei Luftzutritt sehr schnell oxydirt. Die braungelben Lösungen werden dabei schnell, von der Oberfläche aus dunkelroth gefärbt. Eine solche durch 36 Stunden in einem flachen Gefäße der Luft ausgesetzte, dunkelroth gewordene Flüssigkeit wurde mit Salzsäure zersetzt. Es schieden sich Flocken von der Farbe des Manganoxydhydrates ab, während die Flüssigkeit blaß weingelb erschien. Die Flocken wurden auf einem Filter gesammelt, mit Wasser gewaschen und bei 116° C. im Kohlensäurestrom getrocknet. (Im Filtrate sind nur Spuren organischer Substanz enthalten.)

XLV. 0·289 gaben 0·6307 Kohlensäure und 0·1079 Wasser.

		Berechnet		XLV.
C 52 = 312	—	59·54	—	59·52
H 20 = 20	—	3·82	—	4·15
O 24 = 192	—	36·64	—	36·33
524	—	100·00	—	100·00

Die in der Kalilauge gelöste Substanz = $C_{52}H_{20}O_{20}$ hat daher 4O aus der Luft aufgenommen um in $C_{52}H_{20}O_{24}$ überzugehen.

Die rothen Producte, welche durch Wasserentziehung aus dem Gerbstoffe entstehen, werden durch reducirende Substanzen leicht angegriffen und in wenig gefärbte Producte verwandelt, die im reinsten Zustande wahrscheinlich vollkommen weiß erscheinen würden.

Das rothe Product, von dem ein Theil zur Analyse XVII gedient hatte, wurde frisch bereitet und noch feucht mit einer concentrirten Lösung von doppelt schwefeligsaurem Natron zum Sieden erhitzt. Die rothe Substanz löste sich zu einer gelben Flüssigkeit, aus welcher beim Erkalten blaß fleischfarbene Flocken sich abschieden, die auf einem Filter gesammelt, mit kaltem Wasser gewaschen und bei nahe 100° C. im Vacuo getrocknet wurden.

XLVI. 0·216 gaben 0·4738 Kohlensäure und 0·0942 Wasser, was nahezu der folgenden Formel entspricht. Bei höherer Temperatur getrocknet würde die Substanz noch 1HO verloren haben.

		Berechnet		XLVI. K.
C 52 = 312	—	59·88	—	59·82
H 25 = 25	—	4·80	—	4·85
O 23 = 184	—	35·32	—	35·33
521	—	100·00	—	100·00

$C_{52}H_{24}O_{22} = C_{52}H_{22}O_{22} + 2H$, die unter gleichzeitiger Bildung von schwefelsaurem Natron aus 2HO aufgenommen wurden.

Eine Lösung von Gerbstoff in Alkohol wurde mit Salzsäure versetzt, am Wasserbade erhitzt, von den wenigen ausgeschiedenen, dunkelrothen Flocken die prachtvoll kirschrothe Lösung abfiltrirt und Stücke von Zink hineingestellt, die mit Platindraht umwickelt waren. Von Zeit zu Zeit wurde etwas Salzsäure zugefügt. Nach 18stündigem, ruhigem Stehen war die Flüssigkeit in dünnen Schichten goldgelb. Sie wurde filtrirt und mit viel Wasser vermischt, wodurch ein reichlicher, flockiger Niederschlag von blaßer Fleischfarbe entstand. Er wurde mit Wasser gewaschen, zuerst im Vacuo über Schwefelsäure und dann bei 103° C. in einem Kohlensäurestrom getrocknet.

XLVII. 0·2441 gaben 0·5525 Kohlensäure und 0·1126 Wasser.

		Berechnet		XLVII.
C 52 = 312	—	61·78	—	61·71
H 25 = 25	—	4·95	—	5·13
O 21 = 168	—	33·27	—	33·16
505	—	100·00	—	100·00

Rechnet man 1HO, welches bei 103° C. noch nicht ausgetrieben wurde, ab, so ist der Körper entstanden nach dem Schema $C_{52}H_{22}O_{22} + H_4 = C_{52}H_{24}O_{20} + 2HO$ oder $C_{52}H_{20}O_{20}$ hat H_4 direct aufgenommen.

Wird Gerbstoff mit Kalihydrat geschmolzen, so zerfällt er in Phloroglucin und Protocatechusäure. Zweckmäßiger verwendet man zum Schmelzen mit Kalihydrat das rothe Product, welches entsteht, wenn eine wässerige Lösung des Gerbstoffes mit Salzsäure vermischt, längere Zeit auf dem Wasserbade erhitzt wird. Wird das Schmelzen

vorgenommen, so nimmt man einen Theil des rothen Körpers und drei Theile von Kalihydrat und etwas Wasser und erhitzt in einem geräumigen Silbertiegel. Es entwickelt sich zuletzt Wasserstoff. Ist das Schmelzen in entsprechender Weise zu Ende geführt worden, so erstarrt die geschmolzene Masse zu einem Kuchen von Krystallen. Nach dem Erkalten der Masse, das man durch Einsenken des Tiegels in kaltes Wasser möglichst beschleunigt, wirft man denselben in ein Gefäß, in dem sich mit Wasser verdünnte Schwefelsäure befindet. Man filtrirt die schwach aber deutlich sauer reagirende Flüssigkeit von einigen dunkelbraunen Flocken ab, und schüttelt sie zu wiederholten Malen mit Äther, welcher neben Spuren einer amorphen, gelben Substanz das Phloroglucin und die Säure löst, welche den ganz unpassenden Namen der Protocatechusäure führt. Der Äther wird im Wasserbade der Destillation unterworfen. Der Rückstand wird in Wasser gelöst und mit Bleizuckerlösung gefällt, das Filtrat mit Schwefelwasserstoff vom Blei befreit, durch Destillation im Vacuo von Essigsäure gereinigt und der Rückstand in Wasser gelöst durch Bleizuckerlösung gefällt. Der Bleiniederschlag mit dem ersten Bleisalze vereinigt, wird in Wasser vertheilt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Die vom Schwefelblei durch ein Filter getrennte Flüssigkeit wird über Schwefelsäure im Vacuo verdunstet. Es krystallisirt die sogenannte Protocatechusäure heraus. Die vom Bleisalz dieser Säure abfiltrirte Flüssigkeit, welche das Phloroglucin enthält, wird mit Schwefelwasserstoff vom Blei befreit, durch ein Filter vom Schwefelblei getrennt und im Wasserbade eingeengt. Man setzt hierauf der concentrirten Lösung des Phloroglucin etwas kohlensaures Natron zu und schüttelt mit Äther, bis alles Phloroglucin ausgezogen ist, welches nach dem Abdestilliren des Äthers zurückbleibt und aus einer Lösung in Wasser in wohlausgebildeten Krystallen erhalten wird. Ich habe den Eigenschaften des Phloroglucin und der Protocatechusäure, wie sie von Prof. Hlasiwetz beschrieben wurden, nichts hinzuzufügen, als daß es ein ganz bestimmtes Verhältniß gibt, bei welchem Eisenchloridlösung und Phloroglucin eine intensiv violette Färbung geben, die nicht in dieser Weise eintritt, wenn der eine oder andere Körper in größerer Menge zugegen ist. Ich lasse hier die Analysen der sogenannten Protocatechusäure und des Phloroglucin folgen, die zum Überfluß angestellt wurden, um die Identität der Schmelzproducte mit diesen beiden Stoffen festzustellen.

XLVIII. 0·1916 bei 100° C. im Kohlensäurestrom getrockneter Säure, gaben 0·3818 Kohlensäure und 0·0698 Wasser.

		Berechnet		XLVIII.
C 14 = 84	—	54·54	—	54·35
H 6 = 6	—	3·90	—	4·05
O 8 = 64	—	41·56	—	41·60
154	—	100·00	—	100·00

IL. 0·201 lufttrockenes Phloroglucin gab bei 110° C. im Kohlensäurestrom getrocknet, 0·1565 trockene Substanz und 0·0445 Wasser, und 0·1565 trockene Substanz gaben 0·3283 Kohlensäure und 0·0701 Wasser.

		Berechnet		IL.
C 12 = 72	—	57·14	—	57·21
H 6 = 6	—	4·76	—	4·98
O 6 = 48	—	38·10	—	37·81
126	—	100·00	—	100·00

Der Wasserverlust beim Trocknen berechnet zu 22·2% ist nach dem angeführten Versuche zu 22·14% gefunden.

Die Spaltung des Gerbstoffes geht daher nach dem Schema vor sich:

$$C_{52}H_{24}O_{24} + 4O = 2(C_{12}H_6O_6) + 2(C_{14}H_6O_8).$$

Die Spaltung des rothen durch Wasserentziehung aus dem Gerbstoff erhaltenen Productes dagegen nach dem Schema:

$$C_{52}H_{22}O_{22} + 2HO + 4O = 2(C_{12}H_6O_6) + 2(C_{14}H_6O_8).$$

Die Resultate der bis jetzt angegebenen Versuche lassen sich somit kurz zusammenfassen.

1. Der Gerbstoff, der in beinahe allen Theilen von *Aesculus Hippocastanum* sich findet, ist der Formel $C_{52}H_{24}O_{24}$ entsprechend zusammengesetzt.

2. Durch Behandlung mit doppelt chromsaurem Kali geht dieser Gerbstoff unter Verlust von H_2 und Aufnahme von O_2 in eine Substanz über, welche der Formel $C_{52}H_{22}O_{26}$ in ihrer Zusammensetzung entspricht.

3. Der Gerbstoff mit Mineralsäuren in verdünntem Zustande bei höherer Temperatur in Berührung verliert Sauerstoff und Wasserstoff in der Form von Wasser und es entstehen zwei Körper, deren

Zusammensetzung durch die Formeln $C_{52}H_{22}O_{22}$ und $C_{52}H_{20}O_{20}$ ausgedrückt wird.

4. Der Gerbstoff wird durch bloßes Erhitzen bei Ausschluß der Luft in ein Anhydrid übergeführt ($= C_{52}H_{22}O_{22}$), das durch bloßes Kochen mit Wasser wieder in den ursprünglichen Gerbstoff übergeht.

5. Der Gerbstoff oder die rothen Entwässerungsproducte desselben werden durch schmelzendes Kali in sogenannte Protocatechusäure und Phloroglucin zerlegt.

Zum Schlusse will ich hier noch zweier Substanzen Erwähnung thun, welche mit dem Gerbstoff in nächstem Zusammenhange stehen.

Ich habe schon früher einer Säure erwähnt, die ich Capsulaescinsäure genannt habe, da ich sie in den Fruchtschalen aufgefunden habe, die im Jahre 1855 gesammelt wurden. In den drei früheren Jahren, sowie in den folgenden eilf Jahren war von dieser Säure in den Fruchtschalen nichts zu finden. Ich gebe hier kurz die Bereitungsweise dieser Säure, die zu ihrer Auffindung geführt hatte. Die Fruchtschalen wurden zerquetscht und mit Weingeist von 36° B. ausgekocht. Das concentrirte, bräunlich gefärbte, durch Leinwand colirte Decoct erstarrte beim Erkalten zu einer zitternden Gallerte. Nach zwölf Stunden wurde die Masse auf ein Leinwandfilter gebracht. Die abgetropfte Flüssigkeit wurde im Wasserbade der Destillation unterworfen. Der Destillationsrückstand, welcher das Aussehen eines Seifenleims hatte, wurde mit Wasser vermischt, bis 50° C. erwärmt und mit Bleizuckerlösung versetzt. Der dadurch entstandene Niederschlag wurde auf einem Filter mit Wasser gewaschen, mit verdünnter Essigsäure digerirt und die entstandene Lösung von dem ungelöst gebliebenen Antheil durch Filtriren geschieden. Der auf dem Filter gebliebene bräunlichgraue Niederschlag in Wasser vertheilt, wurde durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, die Flüssigkeit vom Schwefelblei durch ein Filter getrennt und nochmals mit Bleizuckerlösung gefällt. Der so erhaltene Niederschlag wurde mit Weingeist von 36° B. ausgekocht, mit Weingeist ausgewaschen und dann unter Weingeist mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit gab beim Verdunsten farblose Krystalle, die sich ohne Veränderung aus verdünnter heißer Salzsäure umkrystallisiren ließen, ohne Zersetzung sublimirt werden konnten und in wässeriger Lösung mit Eisenchlorid versetzt, eine dunkel grünlichblaue Flüssigkeit gaben.

Die Krystalle in Kalilauge gelöst und zum Sieden erhitzt, gaben eine Flüssigkeit, die in ihrem Verhalten ganz einer Lösung von Gallussäure in Kali glich.

Die Zusammensetzung der bei 100° C. im Vacuo getrockneten Säure ergab sich, wie folgt:

L. 0·2398 gaben 0·461 Kohlensäure und 0·0865 Wasser.

LI. 0·2933 gaben 0·564 Kohlensäure und 0·1044 Wasser. Die Substanz enthielt 0·5 Pct. an unverbrennlichem Rückstand.

		Berechnet		L. K.		LI. K.
C 26 = 156	—	52·70	—	52·42	—	52·44
H 12 = 12	—	4·05	—	4·01	—	3·95
O 16 = 128	—	43·25	—	43·57	—	43·61
296	—	100·00	—	100·00	—	100·00

L. u. LI. nach Abzug der Asche berechnet.

	L.		LI.
C	52·69	—	52·71
H	4·03	—	3·98
O	43·28	—	43·31

Es spricht Vieles dafür, daß diese Säure, welche mit der dreifach acetylirten Gallussäure gleich zusammengesetzt ist, eine Phloroglucinverbindung der Gallussäure ist. Die nahe Beziehung zum Kastaniengerbstoff wäre dann leicht verständlich. Eine nähere Untersuchung war aus Mangel an Material unmöglich.

Mit dem Gerbstoff, von dem bisher die Rede war, steht ein anderer Gerbstoff in nächstem Zusammenhange, der sich in den kleinen Blättchen der Roßkastanie findet, so lange diese noch ganz in den Blattknospen eingeschlossen sind. Er hat mit dem bis jetzt besprochenem Gerbstoff große Ähnlichkeit in allen Eigenschaften. Wenn die Knospen sich entfalten und die jungen Blätter an das Licht kommen, ist dieser zweite Gerbstoff noch neben dem Andern in kleiner Menge vorhanden. Einige Stunden nach der Entfaltung der Knospen habe ich ihn in den jungen Blättern nicht mehr gefunden. Es ist mit viel Mühe und Zeitaufwand verbunden, die kleinen, noch in den Knospen eingeschlossenen Blättchen von den Deckblättern zu befreien, um sich eine hinreichende Menge Material zu verschaffen. Die Blättchen selbst machen dem Gewichte nach den kleineren Theil der Knospen aus und enthalten obendrein eine äußerst geringe Menge von löslichen Bestandtheilen. Es war unter diesen Verhältnissen

nicht möglich so viel Material zu gewinnen als zu einer ausgedehnten Untersuchung nothwendig gewesen wäre.

Der weingeistige Auszug der Blättchen wurde mit weingeistiger Bleizuckerlösung gefällt, der Niederschlag auf einem Filter gesammelt und mit essigsäurehaltendem Wasser digerirt. Die Lösung wurde von dem ungelösten Antheile durch ein Filter getrennt und das Filtrat mit Bleiessig gefällt. Dieser Niederschlag, mit Wasser gewaschen und in Wasser vertheilt, mit Schwefelwasserstoff zersetzt, gibt nach Entfernung des Schwefelbleies eine weingelbe Flüssigkeit, die im Vacuo über Schwefelsäure verdunstet, einen amorphen, stark adstringirend schmeckenden, röthlichbräunlichen, spröden Rückstand läßt. Die Säure war, so dargestellt, sicher nicht vollkommen rein, aber doch dem Zustande der Reinheit nahe.

LII. 0·3616 gaben 0·723 Kohlensäure und 0·1525 Wasser. 0·1469 ließen beim Verbrennen 0·0019 Asche oder 1·28%. Diese Zahlen entsprechen nach Abzug der Asche der folgenden Zusammensetzung:

		Berechnet		LII. K.
C 52 = 312	—	55·52	—	55·23
H 26 = 26	—	4·63	—	4·75
O 28 = 224	—	39·85	—	40·02
562	—	100·00	—	100·00

Aus einer Quantität von Blättern, die eben aus den Knospen hervorgebrochen waren, wurde durch fractionirtes Fällen eines weingeistigen Auszuges mit einer weingeistigen Bleizuckerlösung eine Anzahl von Bleisalzen erhalten, die zum Theil den eben in Rede stehenden Gerbstoff, zum Theil den früher besprochenen Gerbstoff $C_{52}H_{24}O_{24}$ enthielten. Auch eine äußerst kleine Menge eines dritten, ähnlichen Körpers war darin enthalten, der sich von den zwei Vorhergehenden dadurch unterscheidet, daß seine wässerige Lösung mit Salzsäure zum Sieden erhitzt, weiße Flocken ausscheidet. Eine Portion der gefällten Bleisalze wurde nach der andern mit Essigsäure und Wasser digerirt, von dem Ungelösten abfiltrirt und mit Bleiessig gefällt, die Bleiessigniederschläge in Wasser vertheilt und mit Schwefelwasserstoff zersetzt. Die von den Schwefelbleiportionen abfiltrirten Flüssigkeiten wurden im Vacuo über Schwefelsäure verdunstet, bis sie sehr concentrirte Lösungen darstellten. Diese wurden mit concentrirter Salzsäure versetzt, die dadurch gefällten Flocken

von den Mutterlaugen getrennt, über Schwefelsäure und Kalkhydrat in's Vacuum gestellt und die abfiltrirten stark sauren Mutterlaugen zum Sieden erhitzt. Auf diese Art wurde aus einer Fraction der obige Körper abgeschieden. Bei 100° C. im Vacuo getrocknet, zeigte er folgende Zusammensetzung:

LIII. 0·2757 gaben 0·58 Kohlensäure und 0·1115 Wasser.

Diese Zahlen entsprechen folgender Formel:

			Berechnet		LIII. K.
C 52 =	312	—	57·35	—	57·37
H 24 =	24	—	4·41	—	4·49
O 26 =	208	—	38·24	—	38·14
	544	—	100·00	—	100·00

Die bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuo getrocknete Substanz $C_{52}H_{26}O_{28}$ hat bei 100° C. getrocknet 2HO abgegeben. $C_{52}H_{26}O_{28}$ (s. LII) = $C_{52}H_{24}O_{26}$ + 2HO.

Durch Erhitzen der salzsauren Flüssigkeit, aus welcher diese Substanz gefällt worden war, entstand ein mennigrother Niederschlag, der bei 100° C. im Vacuo getrocknet, folgende Zusammensetzung zeigte.

LIV. 0·112 gaben 0·2443 Kohlensäure und 0·0405 Wasser.

			Berechnet		LIV. K.
C 52 =	312	—	59·32	—	59·49
H 22 =	22	—	4·18	—	4·02
O 24 =	192	—	36·50	—	36·49
	526	—	100·00	—	100·00

Die Entstehung dieses Körpers aus dem entsprechenden Gerbstoffe beruht also gleichfalls auf einer Wasserentziehung. Der Übergang dieses in den jungen Blättern enthaltenen Gerbstoffes, den man Phyllaescitannin nennen könnte, in den Gerbstoff $C_{52}H_{24}O_{24}$ würde durch Austritt von zwei Atomen Sauerstoff unter Einwirkung des Lichtes vor sich gehen. $C_{52}H_{24}O_{26}$ — 2O = $C_{52}H_{24}O_{24}$.

Auf die Beziehungen des Gerbstoffes zum Aesculin, Fraxin und Quercitrin u. s. w. werde ich später noch ausführlicher zurückkommen.

Zum Schlusse erwähne ich nur noch, daß die Untersuchung, deren Resultate hier vorliegen, vor 15 Jahren begonnen wurde und mit unvermeidlichen Unterbrechungen bis jetzt fortgesetzt worden

ist. Während der ersten Jahre hat Herr A. Kavalier sich an der Arbeit durch Ausführung vieler Elementaranalysen betheiligt. Die von ihm ausgeführten Analysen sind mit einem K bezeichnet. Herr Kavalier hat die Substanzen mit chromsaurem Blei verbrannt, stets war eine Lage Kupferoxyd in der Röhre vorgelegt. Die übrigen Analysen sind von mir ausgeführt. Sie sind mit Kupferoxyd gemacht und in einem Strom von Sauerstoffgas beendigt. Die Substanz ist dabei in einem Schiffchen befindlich, je nach der Natur des zu verbrennenden Körpers entweder für sich, oder mit einer die Verbrennung befördernden Substanz gemengt.

XXV. SITZUNG VOM 16. NOVEMBER 1866.

Herr Hofrath W. Ritter v. Haidinger übermittelt ein Sendschreiben des auswärtigen Ehrenmitgliedes der Akademie, Geheimrathes Dr. K. E. v. Baer zu St. Petersburg, an die kais. Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau „über Schleim- oder Gallertmassen, die man für Meteorfälle angesehen hat“ und begleitet dasselbe mit einer Zuschrift an den General-Secretär.

Es werden folgende eingesendete Abhandlungen vorgelegt:

„Über die Paraoxybenzoësäure“, von Herrn Dr. L. Barth in Innsbruck. Die betreffenden Untersuchungen wurden im Laboratorium des Herrn Prof. Hlasiwetz ausgeführt.

„Aphorismen über Menschencultur“, von Herrn F. Cerk zu Tepl in Böhmen.

„Ein Versuch, das Newton'sche Gravitationsgesetz aus molecularen Kräften abzuleiten“, von Herrn Emil Weyr in Prag.

Herr Prof. A. E. Reuss übergibt eine Abhandlung: „Die fossile Fauna der Steinsalzablagerung von Wieliczka, monographisch dargestellt.“

Herr Dr. A. Schrauf überreicht eine Mittheilung über „Gewichtsbestimmungen, ausgeführt am großen Diamanten des kais. österreichischen Schatzes, genannt Florentiner.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Sciences, The Chicago: Proceedings. Vol. I. Pag. 1—48 & I—LXIII. 8°.
— — The National: Annual for 1865. Cambridge, 1866; 8°.
— — St. Louis: Transactions. Vol. II. Nr. 2. St. Louis, 1866; 8°.
— The American, of Arts and Sciences: Proceedings. Vol. I & II. From May, 1846 to May, 1852; Vol. VI. Sign. 39—63; Vol. VII. Sign. 1—12. Boston & Cambridge, 1866; 8°.
— of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. 1865. Cambridge; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1866. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer.: Abhandlungen der histor. Classe. X. Bd. 2. Abth. München, 1866; 4°. — Bauernfeind, Carl Max., Die Bedeutung moderner Grundmessungen. (Vortrag, gehalten in der öffentlichen Sitzung am 25. Juli 1866.) München, 1866; 4°.

Association, The American Pharmaceutical: Proceedings. XIII. Annual Meeting held in Boston Mass. Sept., 1865. Philadelphia, 1865; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1614—1615. Altona, 1866; 4°.

Commission, The U. S. Sanitary —: Documents. Vol. I & II. New York, 1866; 8°. — Bulletin. Vol. I — III. New York, 1866; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII. Nr. 17—18. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 19e—20e Livraisons. Paris, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 46. Wien, 1866; 8°.

Hair, James T., Jowa State Gazetteer. 1865—6. Chicago, 1865; 8°.

Hinrichs Gust., Introduction to the Mathematical Principles of the Nebular Theory, or Planetology. (From the Amer. Journ. of Science. Vol. 39.) 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 32. Wien, 1866; 4°.

Leidy, Jos., Cretaceous Reptiles of the United States. (From the Smiths. Contrib. to Knowledge, Vol. XIV. 1865.) Philadelphia, 1865; 4°.

Lyceum of Natural History of New York: Annals. Vol. VIII., Nrs. 4 to 10. New York, 1865; 8°.

Mittheilungen des k. k. Artillerie-Comité. Jahrg. 1866. 5. Heft. Wien; 8°.

Museum of Comparative Zoology: Annual Report. 1865. Boston, 1866; 8°.

Naval Observatory, The U. S.: Astronomical and Meteorological Observations made during the Year 1863. Washington, 1865; 4°.

Radcliffe Observatory, Oxford: Astronomical and Meteorological Observations made in the Year 1863. Oxford, 1866; 8°.

Reader. Nr. 202, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Report of the secretary of War. 1865. Washington; 8°.

Reports on the Extent and Nature of the Materials available for the Preparation of a Medical and Surgical History of the Rebellion. Philadelphia, 1865; 4°.

Smithsonian Institution: Annual Report for the Year 1864. Washington, 1865; 8°.

Society, The Boston Natural History: Proceedings. Vol. I. Sign. 1—18. Sept., 1865 — April, 1866. 8°. — Condition and Doings. May, 1865. Boston; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 90—91. Wien, 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 27. Gratz, 1866; 4°.

III. *Über die Paraoxybenzoësäure.*

Von L. Barth.

(Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium in Innsbruck.)

Vor einiger Zeit habe ich beschrieben, wie das Tyrosin unter dem Einflusse des schmelzenden Kali, Paraoxybenzoësäure und Essigsäure liefert [1]). An dieses Ergebniß knüpfte ich die Erwartung, es werde, wenn man von der Paraoxybenzoësäure ausgeht, die Synthese des Tyrosins möglich sein.

Konnte man aus der durch Saytzeff entdeckten Überführung der Anissäure in Paraoxybenzoësäure auch bereits einen Schluß auf die Constitution der letzteren Säure ziehen, so waren doch die meisten ihrer näheren Verhältnisse noch zu untersuchen und ich hatte mir vorgesetzt, diese Untersuchung auszuführen, um dadurch zu dem Ziele einer künstlichen Darstellung des Tyrosins zu gelangen. Ich begann meine Versuche im November v. J. Von anderen Berufsarbeiten öfters unterbrochen, schritten sie nicht schnell vorwärts. Jedoch hatte ich bis zum Mai die Thatsachen kennen gelernt, die in einer vorläufigen Notiz der kaiserlichen Akademie vom 7. Juni d. J. angezeigt sind [2]). (Zeitschrift f. Chemie. 12. Heft 1866. S. 373). Mit dieser Notiz wollte ich mir den Anspruch wahren, die Untersuchung fortzusetzen, wenn es inzwischen eingetretene hindernde Umstände gestatten würden.

Erst seit drei Wochen ist mir dies möglich geworden. Unterdessen sind nun einige Publicationen erschienen, die die Paraoxybenzoësäure gleichfalls zum Gegenstande hatten. Gräbe stellte

---

[1]) Annal. Bd. 136. S. 110.

[2]) Dr. B. studirte einige Derivate der Paraoxybenzoësäure, die aus der Behandlung derselben mit Jodäthyl, durch Ätherificiren, durch Nitriren, Amidiren und Bromiren hervorgehen und fand endlich, daß man die Paraoxybenzoësäure in Protokatechusäure künstlich überführen kann.

den Paraoxybenzoësäure-Äthyläther dar und untersuchte das Verhalten der Säure zu Chlor- und Jodwasserstoff. (Annalen Band 139. S. 145—146). Ladenburg und Fitz beschrieben gleichfalls die Methyl- und Äthylparaoxybenzoësäure und ihre Verbindungen, sowie die Reaction zwischen Paraoxybenzoësäure und Phosphorsuperchlorid. Endlich erwähnt Prof. Beilstein in einem Briefe an Prof. Hlasiwetz, daß er die Paranitrooxybenzoësäure in den Kreis seiner Untersuchungen über die isomeren Nitrobenzoësäuren gezogen habe.

Um nun jeder Collision meiner Untersuchungen mit denen anderer auszuweichen, sehe ich mich veranlaßt, das, was mir bisher bekannt geworden ist, kurz mitzutheilen und ich behalte mir nur vor, in der Richtung weiter zu arbeiten, die am Schlusse dieser Zeilen angeführt ist.

Basisch-paraoxybenzoësaure Salze.

Ladenburg erwähnt (Zeitschr. f. Chem. II. 325) eines basischen Kaliumsalzes, welches er mit überschüssiger concentrirter Kalilauge aus der Paraoxybenzoësäure erhalten hat.

Er bemerkt übrigens, es sei schwierig, dasselbe in reinem Zustande zu erhalten und hat seine Existenz nur durch die Reaction zwischen diesem Salze und Jodmethyl erschlossen, wobei sich Methylparaoxybenzoësäure-Methyläther bildet. Viel leichter erhält man im Zustande der Reinheit das basische Baryumsalz, wenn man das Verfahren befolgt, welches Piria zur Darstellung der basischen Salze der Salicylsäure mitgetheilt hat.

Man stellt zuerst durch Absättigen mit kohlensaurem Baryum eine Lösung des sauren Salzes dar und setzt zu diesem eine heiße Lösung von Ätzbaryt. Es fällt das basische Salz $\Theta_7H_4Ba\Theta_3$ sofort als sandiges, in kaltem Wasser fast unlösliches Krystallpulver heraus.

	$\Theta_7H_4Ba\Theta_3$	Gefunden
Θ	30·7	30·2
H	1·5	1·8
Ba	50·2	50·6

	$\Theta_7H_4Ba\Theta_3 + 1\frac{1}{2}H_2\Theta$	Gefunden
$H_2\Theta$	9·0	9·2

Das in derselben Weise mittelst einer Lösung von Ätzkalk in Zuckerwasser dargestellte Calciumsalz hat ähnliche Eigenschaften wie das Baryumsalz, allein die Analyse zeigte, daß es nicht frei war von Beimischung des sauren Salzes.

Nitroparaoxybenzoësäuren entstehen schnell durch Auflösen der Paraoxybenzoësäure in warmer Salpetersäure von verschiedener Concentration.

Mit einer Säure von 1·40 spec. Gewicht wurden schnell krystallisirende gelbliche Nadeln erhalten, die aus Wasser, worin sie sich mit goldgelber Farbe lösen, umkrystallisirt, sternförmig verwachsen, wieder anschossen. An Luft und Licht liegend, färbt sich die ursprünglich ganz schwachgelbe Verbindung citronengelb.

Sie ist im Wesentlichen die Dinitrosäure. Die Zahlen wiesen eine Beimischung von einfach nitrirter Verbindung auf.

Diese letztere ist leichter rein zu erhalten, wenn man die vorhin erwähnte Salpetersäure mit dem sechsfachen Volumen Wasser verdünnt anwendet. Aus der warm bereiteten gelben Lösung fallen schnell fleischrothe Kryställchen heraus, die umkrystallisirt unter dem Mikroskope sichelförmig gekrümmte Formen zeigen.

$\Theta_7(H_5N\Theta_2)\Theta_3$				Gefunden
Є	—	45·9	—	46·3
H	—	2·7	—	2·9

Beide Nitrosäuren geben mit Zinn in Salzsäure reducirt, schnell Krystalle von Doppelverbindungen der salzsauren Amidosäuren mit Chlorzinn.

Paraoxybenzoësaures Äthyl $Є_7(H_5Є_2H_5)\Theta_3$ erhielt ich zuerst, als ich einen Versuch machte, die Paraoxybenzoësäure durch die Einwirkung von concentrirter alkoholischer Jodlösung im zugeschmolzenen Rohre zu jodiren. Das erhaltene Jodproduct gedachte ich nach der Gleichung

$$\underbrace{Є_7H_5J\Theta_3}_{\text{Jodparaoxybenzoësäure}} + \underbrace{Є_2H_7N}_{\text{Äthylamin}} = \underbrace{Є_9H_{11}N\Theta_3}_{\text{Tyrosin (?)}} + \underbrace{HJ}$$

zu zersetzen.

Statt eines Jodproductes hatte sich paraoxybenzoësaures Äthyl gebildet, offenbar durch zuvor entstandene Jodwasserstoffsäure.

Nach dieser Beobachtung ließ ich Salzsäuregas auf alkoholische Paraoxybenzoësäure-Lösung einwirken und fand dasselbe, was **Gräbe** inzwischen beschrieben hat. (Annal. Bd. 139. S. 146).

Ich dampfte auf dem Wasserbade ein und reinigte den Äther durch Destillation und Umkrystallisiren des erstarrten Destillats aus verdünntem Weingeist. Einen „schwach ätherischen Geruch", den **Gräbe** angibt, hatte mein Präparat nicht. Es waren völlig farb- und geruchlose, kurze, säulenförmige Krystalle des rhombischen Systems, vom Schmelzpunkte 113°.

$C_7H_5(C_2H_5)O_3$		Gefunden	
C	65·1	64·9	65·0
H	6·0	6·2	6·1

Nitroderivate des paraoxybenzoësauren Äthyls.

Sie entsprechen denen der freien Paraoxybenzoësäure und entstehen in derselben Weise und ebenso leicht wie diese.

Löst man den Äther in concentrirter Salpetersäure, so scheiden sich beim Erkalten strahlig-fadenförmige Krystalle der Dinitroverbindung aus. Versetzt man überdies mit Wasser, so fällt ein anderer Theil als schweres gelbes, bald warzig krystallisirendes Öl heraus. Nach dem Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol erscheint die Verbindung in fast farblosen, sehr leichten Nadeln, die beim Reiben stark elektrisch werden. Zur Darstellung des *mononitroparaoxybenzoësauren Äthyls* verwendet man die verdünnte Säure von dem früher angegebenen Gehalte, reibt den Äther damit in einer Schale zusammen und erhitzt, bis das neue Product sich als Öl abscheidet. Nach dem Auskühlen krystallisirt dieses und wird aus schwachem Alkohol umkrystallisirt.

$C_7(H_4C_2H_5NO_2)O_3$		Gefunden
C	51·2	51·1
H	4·3	4·4
N	6·6	7·0

Beide Nitroverbindungen sind wie die der freien Paraoxybenzoësäure wasserfrei. Die nitrirten Äther schmelzen schon unter 100° und erstarren dann wieder krystallinisch.

Der einfach nitrirte Äther wurde mit Zinn und Salzsäure reducirt. Das Reductionsproduct mußte die Formel des Tyrosins haben.

$$\mathrm{C}_7(\mathrm{H}_4\mathrm{C}_2\mathrm{H}_5\mathrm{N}\Theta_2)\Theta_3 + 6\mathrm{H} = \mathrm{C}_9\mathrm{H}_{11}\mathrm{N}\Theta_3 + 2\mathrm{H}_2\Theta.$$

Die Einwirkung ist sehr lebhaft. Man erhält eine klare, gelblich gefärbte Lösung, die bald krystallisirt.

Zur Verjagung der überschüssigen Salzsäure wurde im Wasserbade eingedampft, der Rückstand in Wasser gelöst, das Zinn durch Schwefelwasserstoff gefällt und filtrirt. Die Flüssigkeit passend concentrirt, gibt die salzsaure Verbindung von der Formel

$$\underbrace{\mathrm{C}_9\mathrm{H}_{11}\mathrm{N}\Theta_3 + \mathrm{HCl}.}$$

Sie bestand aus hübschen farblosen Blättchen und zeigte als eigenthümliche Reaction noch in sehr verdünnter Lösung eine blutrothe Färbung mit Eisenchlorid.

Das salzsaure Tyrosin zeigt eine solche nicht und die neue Verbindung, offenbar salzsaures amidoparaoxybenzoësaures Äthyl, ist darum nur isomer mit diesem.

$\mathrm{C}_7(\mathrm{H}_4\mathrm{C}_2\mathrm{H}_5\mathrm{NH}_2)\Theta_3 + \mathrm{HCl}$				Gefunden
C	—	49·7	—	49·0
H	—	5·5	—	5·7
N	—	6·4	—	—
Cl	—	16·3	—	16·9

$\mathrm{C}_7(\mathrm{H}_4\mathrm{C}_2\mathrm{H}_5\mathrm{NH}_2)\Theta_3 + \mathrm{HCl} + \frac{1}{2}\mathrm{H}_2\Theta$				Gefunden
$\mathrm{H}_2\Theta$	—	4·0	—	4·0.

Die Darstellung des freien amidoparaoxybenzoësauren Äthyls scheiterte an seiner großen Zersetzlichkeit.

Aus den Mutterlaugen dieser salzsauren Verbindung erhält man meistens, besonders auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure, Krystalle einer zweiten Verbindung, die nichts anderes sind, als salzsaure Amidoparaoxybenzoësäure, die auch aus der Nitroparaoxybenzoësäure wie oben erwähnt, dargestellt worden war. Offenbar wird bei der Reaction ein Theil der Äthylverbindung zersetzt.

Aus der salzsauren Amidoparaoxybenzoësäure erhält man sehr leicht die entsprechende schwefelsaure durch directen Zusatz von Schwefelsäure zu ihrer Lösung. Ist diese nicht zu verdünnt, so

erstarrt meistens das Ganze schnell zu einem Brei feiner Nadeln. Die neue Verbindung ist ausgezeichnet durch eine prachtvoll dunkel kirschrothe Färbung, wenn sie in der Kälte mit concentrirter Salpetersäure übergossen wird.

Aus der schwefelsauren Verbindung wurde noch die freie Amidosäure dargestellt. Es wurde in Wasser gelöst, die Schwefelsäure mit Barythydrat und der überschüssige Baryt mit kohlensaurem Ammon gefällt, filtrirt und eingedampft.

Zunächst wurden noch etwas braungefärbte feine Nadeln erhalten. Die Lösung derselben mit essigsaurem Blei versetzt, gab dunkle Flocken, die abfiltrirt wurden.

Aus dem Filtrate krystallisirte ein Bleisalz der Amidosäure, aus welchem durch Zersetzen mit Schwefelwasserstoff die reine Substanz erhalten wurde. Sie erschien in hübschen Nadeln, die unter dem Mikroskope als hexagonale Scalenoëder mit häufig gekrümmten Flächen erschienen. Die sehr zur Zersetzung geneigte Substanz gab, obwohl etwas gefärbt, doch die von der Formel $Є_7(H_5NH_2)Θ_3 + \frac{1}{2}H_2Θ$ verlangten Zahlen [1]).

$Є_7(H_5NH_2)Θ_3 + \frac{1}{2}H_2Θ$				Gefunden
Є	—	51·9	—	52·2
H	—	4·9	—	5·3

Bromparaoxybenzoësaures Äthyl. $Є_7(H_3Br_2Є_2H_5)Θ_3$.

Paraoxybenzoësaures Äthyl wird in Alkohol aufgelöst und mit siedendem Wasser so weit verdünnt, bis eben eine Trübung entstehen will. Sofort bringt man gesättigtes Bromwasser hinzu, bis ein kleiner Überschuß desselben an der gelblichen Farbe der Flüssigkeit erkennbar ist.

Die bromirte Verbindung fällt in voluminösen, weißen Flocken heraus, die mit Wasser abgewaschen und aus ganz verdünntem Alkohol umkrystallisirt werden. Feine, kurze, glänzende Nadeln.

$Є_7(H_3Br_2Є_2H_5)Є_3$				Gefunden
Є	—	33·3	—	33·5
H	—	2·5	—	2·9
Br	—	49·4	—	49·8

[1]) Der Körper zersetzt sich schon etwas bei 100° und konnte daher auch nicht wasserfrei erhalten werden.

Jodparaoxybenzoësäure.

Da die directe Einwirkung von Jod auf Paraoxybenzoësäure kein jodirtes Product geliefert hatte, so wurde versucht, dieses letztere durch Behandlung der Paraoxybenzoësäure mit jodsaurem Kalium und Schwefelsäure darzustellen.

Ein Theil der Säure wurde mit zwei Theilen jodsaurem Kalium und der entsprechenden Menge Schwefelsäure in Röhren bis auf 100° erhitzt. Bald tritt eine Reaction ein. Die Masse wird dunkel von ausgeschiedenem Jod, es entwickelt sich Gas und bildet sich ein harzartiger Körper, der bald in Klumpen zusammenbackt. Ich fand später, daß man die Reaction ohne allen Druck in einem kleinen Kölbchen im Wasserbade zu Ende führen kann.

Am Ende der Operation, wenn die Gasentwicklung aufgehört und die Flüssigkeit eine hellbraune Farbe angenommen hat, schwimmt das ausgeschiedene harzige Product meistens an der Oberfläche. Es ist spröde, kann mit Wasser zu einem Schlamme zerrieben und mit wässeriger schwefliger Säure vom überschüssigen Jod befreit werden. Es löste sich in Kalilauge und fiel auf Zusatz von Salzsäure in Flocken wieder heraus, die ausgewaschen und in Alkohol gelöst wurden. Es ist sehr schwierig, deutliche Krystalle zu erhalten. Meistens resultirt eine braune, undeutlich krystallinische Masse, von deren Analyse man abstehen mußte.

Ich benützte den Körper aber doch im Sinne einer früher angegebenen Gleichung, zu einer Zersetzung mit überschüssigem Äthylamin, welches ich in einer zugeschmolzenen Röhre bei 130—140° darauf einwirken ließ.

Das Resultat war ein negatives und es war nicht möglich, Tyrosin nachzuweisen.

Daß er nichts destoweniger im Wesentlichen aus Jodparaoxybenzoësäure besteht, kann man aus dem Producte schließen, das er bei der Oxydation mit schmelzendem Kali liefert.

Mit dem 4- bis 5fachen Gewichte Kalihydrat so lange erhitzt, bis die Masse homogen geworden ist und nicht mehr stark schäumt, dann mit Schwefelsäure abgesättigt und mit Äther ausgezogen, erhält man nach dem Abdestilliren des Äthers braun gefärbte Krystalle, die von den Mutterlaugen getrennt, in Wasser aufgelöst und durch Bleizucker in ein Bleisalz verwandelt wurden. Dieses mit Schwefel-

wasserstoff zersetzt, lieferte Krystalle, die leicht als Protocatechusäure zu erkennen waren.

Ihre Zusammensetzung wurde durch die Analyse controlirt.

$$C_7H_5JO_3 + KHO = C_7H_6O_4 + KJ$$

	$C_7H_6O_4$		Gefunden
C	54·5	—	54·8
H	3·9	—	4·1

	$C_7H_6O_4 + H_2O$		Gefunden
H_2O	10·5	—	10·4

Zu erwähnen ist noch, daß sich neben der Protocatechusäure ein wegen seiner verhältnißmäßig kleinen Menge nicht näher untersuchbarer amorpher, gelatinöser Körper bildet, der mit Eisenchlorid eine violette, dann grün werdende Färbung gibt. Vielleicht verdankt er seine Entstehung einer Beimischung von Bijodparaoxybenzoësäure und ist eine der Gallussäure ähnliche Verbindung.

Paraoxybenzoësäure und Phosphorsuperchlorid.

Die Erscheinungen, welche ich bei Einwirkung dieser beiden Substanzen (1 Mol. Säure auf 2 Mol. PCl_5) auf einander beobachtet habe, entsprechen der Beschreibung derselben Reaction von Ladenburg und Fitz. Das Hauptproduct war ein farbloses Öl, von welchem dieselben angeben, daß es mit Wasser in Salzsäure und Monochlordracylsäure zerfalle. Ich meinestheils fand, daß, wenn man dieses Öl auf einer Schale unter einer Glocke durch Wasserdampf bei gewöhnlicher Temperatur sich zersetzen läßt, es eine weiße krümliche Krystallmasse gibt, die mit Wasser ausgewaschen, an dieses eine phosphorhältige Säure abgibt, welche mit Äther ausgeschüttelt werden kann und in der Paraoxybenzoesäure präformirt enthalten zu sein scheint. Fällt man ihre wässerige Lösung durch Ammoniak und schwefelsaures Magnesium, filtrirt, versetzt das Filtrat mit Schwefelsäure und schüttelt mit Äther, so nimmt der Äther eine nicht unbeträchtliche Menge von Paraoxybenzoësäure auf, von deren Reinheit ich mich durch die Analyse überzeugt habe.

Die ursprüngliche, mit Äther ausgezogene Säure gibt mit kohlensaurem Baryum abgesättigt, ein krystallisirtes, in Wasser löst

liches Baryumsalz, phosphorhältig wie die freie Säure. Die Analysen von zwei Bereitungen gaben aber keine übereinstimmenden Zahlen. Wahrscheinlich lag hier ein Gemisch dieser phosphorhältigen Säure mit Paraoxybenzoësäure vor.

Aus Mangel an dem etwas kostspieligen Materiale war ich verhindert, die Reaction in größerem Maßstabe auszuführen, Zu meinen Versuchen waren 10 Gramme verwendet worden.

Den vom Wasser nicht gelösten Körper erkannte auch ich als Monochlordracylsäure.

In diesen Tagen habe ich gefunden, daß viel schneller als durch Jodwasserstoff und fast ohne Nebenproduct die *Anissäure durch schmelzendes Kali in Paraoxybenzoësäure übergeführt werden kann.* Es genügt einen Theil der Säure mit drei bis vier Theilen Ätzkali in wenig Wasser zu lösen, einzudampfen und bis zum Aufhören des Schäumens zu erhitzen, dann wieder zu lösen, mit Schwefelsäure anzusäuern und mit Äther auszuschütteln.

Da ich auf demselben Wege die Paraoxybenzoësäure aus dem Tyrosin erhalten habe, so liegt die Vermuthung nahe, das Tyrosin könne eben so gut ein Derivat der Anissäure als der Paraoxybenzoësäure sein, und ich behalte mir die Ausführnng der Versuche vor, die darüber entscheiden könnten.

Die Richtigkeit des bereits ermittelten Verhältnisses der Anissäure zur Paraoxybenzoësäure erhellt auch noch aus einer andern von mir angestellten Reaction. *Schmilzt man nämlich Monobromanissäure mit Kali*, (ein Theil Säure auf fünf Theile Kalihydrat) *so erhält man in derselben Weise wie aus Jodparaoxybenzoësäure mit Leichtigkeit Protocatechusäure.* Folgerichtig müßte aus einer zweifach bromirten Anissäure oder Paraoxybenzoësäure auf diesem Wege eine der Gallussäure isomere Verbindung entstehen, sowie die gewöhnliche Gallussäure sich aus Bijodsalicylsäure bildet. Eine Bibromanissäure ist nicht bekannt, ebenso wenig eine Bibromparaoxybenzoësäure. Allein, wie früher gezeigt wurde, lassen sich in das paraoxybenzoësaure Äthyl zwei Atome Brom einführen und dieses Bromproduct konnte möglicher Weise die vermuthete Verbindung geben.

Der Versuch zeigte jedoch, daß auch aus diesem nur Protocatechusäure erhalten wird, wahrscheinlich weil der Vorgang nach dem Schema verlauft:

$$\mathrm{C_7}\begin{pmatrix} \mathrm{Br_2} \\ \mathrm{H_3} \\ \mathrm{C_2H_5} \end{pmatrix}\mathrm{O_3} + 3\mathrm{H_2O} = \mathrm{C_7H_6O_4} + \mathrm{C_2H_4O_2} + 2\mathrm{HBr} + 2\mathrm{H}.$$

Noch bliebe der Versuch übrig, diese Zersetzungen mit den Brom- oder Jodabkömmlingen der dritten hier in Betracht kommenden Isomeren, der Oxybenzoësäure zu wiederholen. Ich werde in Kürze über das Resultat desselben berichten.

XXVI. SITZUNG VOM 29. NOVEMBER 1866.

Der Secretär legt die soeben erschienene VI. Lieferung des Atlases der Hautkrankheiten von Herrn Prof. F. Hebra vor.

Herr Dr. R. Maly in Olmütz übermittelt eine für den „Anzeiger" bestimmte Notiz als Anhang zu seiner Abhandlung über das Thiosinnamindibromür.

Das c. M. Herr Prof. Dr. K. Peters in Graz übersendet seine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha".

Das c. M. Herr Prof. Dr. C. Ritter v. Ettingshausen überreicht den II. Theil seiner für die Denkschriften bestimmten Abhandlung: „Die fossile Flora des Tertiärbeckens von Bilin".

Das w. M. Herr Director Dr. K. Jelinek macht eine Mittheilung über die stürmischen Bewegungen der Atmosphäre im Laufe des Monates November 1866.

Herr Prof. L. Martin aus Preßburg legt eine Abhandlung über „die Hauschlags-Curven des Mühlsteines" vor.

Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine Abhandlung: „Zur Theorie der Gase".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, K. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juli 1866. Berlin; 8°.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. I. Band. Wien, 1865; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. N. 22. Wien, 1866; 8°.

Archives du Musée Teyler. Vol. I, Fasc. 1. Harlem, 1866; kl. 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1616. Altona, 1866; 4°.

Bache, A. D., Standard Mean Places of Circumpolar and Time Stars. (2d Edition.) Washington, 1866; 4°.

Bauzeitung, Allgemeine. XXXI. Jahrgang. 7.—9. Heft. Nebst Atlas. Wien, 1866; 4° & Folio.

Christiania, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865 & 1866. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII. Nr. 19. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 21e Livraison. Paris, 1866; 8°.

Gesellschaft für Salzburger Landeskunde: Mittheilungen. VI. Vereinsjahr 1865. Salzburg; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 47 bis 48. Wien, 1866; 8°.

Gruber, Wenzel, Über den *Musculus Epitrochleo-Anconeus* des Menschen und der Säugethiere. (Mém. de l'Acad. imp. des sc. de St. Pétersbourg. VIIe Série. T. X, Nr. 5.) St. Petersburg, Riga, Leipzig, 1866; 4°.

Günther, Rudolf, Die indische Cholera in Sachsen im Jahre 1865. Mit einem Atlas. Leipzig, 1866; 8° & Folio.

Institut National Genevois: Bulletin. Nr. 29. 1866. 8°.

Kjerulf, Theodore, et Tellef Dahl, Carte géologique de la Norvège méridionale. Christiania, 1866; 8°. Nebst Atlas. 1858—65. Folio.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 33. Wien 1866; 4°.

Moniteur scientifique. 238e Livraison. Tome VIII. Année 1866. Paris; 4°.

Moritz, A., Recueil des observations météorologiques faites pendant l'ascension du Grand-Ararat en 1858. 4°. — Resultats météorologiques obtenus a Tiflis en 1856, 1857 et 1858, (Tirés de la Corresp. Méteor. par Kupffer.) 4°. — Über das caspische Meer. 8° (Russisch.) — Über die Berechnung des Flächeninhaltes der Ebene von Tscharobellokan. 8° (Russ.) — Über Paraffin-Producte. 8° (Russ.) — Die Thermen von Lénkoran. 8° (Russ.) — Über die Anwendung des Pistor'schen Reflections-Kreises etc. 8°. — Erdbeben in Kaukasien. 8°. — Rectification d'une erreur découverte dans la table de M. Regnault, relative à la force expansive de la vapeur. 8°. — Der Bewegungs-Mechanismus am Drehthurme des Observatoriums zu Tiflis. Tiflis, 1866; 8°.

Reader. Nrs. 203—204, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Schenzl, Guido, Über den Gang der Temperatur in den oberen Schichten der Erdrinde. 8o.

Troschel, F. H., Das Gebiß der Schnecken. II. Band. 1. Lieferung. Berlin, 1866; 4o.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 93—95. Wien, 1866; 4o.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 28. Gratz, 1866; 4o.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XVIII. Jahrg., 9. Heft. Wien, 1866; 4o.

Zur Theorie der Gase.

Von J. Loschmidt.

Die Atomentheorie fand in letzter Zeit eine mächtige Stütze in den Arbeiten über die Constitution der Gase. Aus dem Wunsche die Fundamente der Molecularphysik möglichst sicher zu stellen ist der vorliegende Versuch hervorgegangen, Beiträge zu liefern zur Ausfüllung einiger Lücken im Ausbau jener Theorie, auf welche Jochmann in seiner Abhandlung „Über die Molecularconstitution der Gase", Pogg. Ann. CVIII hingewiesen hat. Dieselben betreffen die Erklärung der vorübergehenden Temperaturänderungen eines stark comprimirten Gases während des Ausströmens durch eine enge Öffnung in ein Vacuum; ferner eine neue Herleitung der hydrodynamischen Gleichungen insbesonders aber der Gesetze der Schallfortpflanzung von Seite der neuen Theorie.

Wenn ruhende Luft mit einem Thermometer in Berührung demselben Wärme mittheilt, so geschieht dieses nach der neuen Theorie der Gase durch Mittheilung von lebendiger Kraft jener Bewegungsformen, welche im Gase als permanent vorhanden anzusehen sind. Solcher Formen gibt es aber zwei. Erstens eine intermoleculare, welche in einer Art von Oscillation zwischen verschiedenen Molecülen besteht; zweitens eine intramoleculare, welche die Bestandtheile des zusammengesetzten Molecüls — die Ätherhüllen mit inbegriffen — im Zustande fortwährender Bewegung erhält, und sie zugleich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt rotiren läßt. Beide stehen nach Clausius für jede Gasart in einem bestimmten, von Druck und Temperatur unabhängigem Verhältniß. Bei der Mittheilung von Wärme an das Thermometer sind nur drei Fälle denkbar. Erstens die Gasmolecüle stoßen vermöge ihres intermolecularen Bewegungszustandes an die Molecüle der Thermometerwand, welche selber in Oscillationen begriffen sind. Dadurch wird ein fortwährender Austausch von lebendiger Kraft dieser beiden Molecularsysteme eingeleitet. Findet dabei im Durchschnitt von Seite der Gasmolecüle

ein Verlust statt, so ist dieses eine Mittheilung von Wärme an das Thermometer. Dieser Verlust trifft unmittelbar zwar nur den intermolecularen Theil der Gasbewegung, allein vermöge der fortwährenden Zusammenstöße der Gasmolecüle wird die gestörte Proportionalität der lebendigen Kräfte beider Bewegungsformen alsbald wieder hergestellt, und so auch der intramoleculare Theil fast augenblicklich in Mitleidenschaft gezogen. Oder zweitens, die an das Thermometer stoßenden Gasmolecüle theilen den Molecülen des Thermometers unmittelbar nur aus dem Überschuß von intramolecularer lebendiger Kraft einen Theil als Wärme mit, während der intermoleculare nur indirect in Anspruch genommen wird. Oder endlich drittens, beides findet gleichzeitig statt.

Da in allen drei Fällen der Erfolg schließlich derselbe sein muß, so kann uns das erwähnte Factum darüber keinen Aufschluß geben. Es ist daher von Wichtigkeit eine Abänderung zu treffen derart, daß noch eine dritte Bewegungsform im Gase auftrete. Nehmen wir der Einfachheit halber blos zwei Molecüle, welche sich so gegen einander bewegen, daß sie im gemeinschaftlichen Schwerpunkte central zusammentreffen müssen.

Sei m die Masse jedes derselben, α die lebendige Kraft der intermolecularen, und β die der intramolecularen Bewegungsform in jeden einzelnen. Zugleich soll zwischen α und β das für die betreffende Gasart giltige Größenverhältniß eingehalten sein.

Nun komme zu jeder der beiden gleichen und entgegengesetzten Geschwindigkeiten der Molecüle, die wir mit v und $-v$ bezeichnen wollen, eine Geschwindigkeit w hinzu, ebenfalls in der Verbindungslinie beider Mittelpunkte. Dadurch wird die lebendige Kraft um $\frac{m}{2}w^2 + \frac{m}{2}w^2$ vermehrt. Diese lebendige Kraft mw^2 aber steht zu den beiden anderen α und β in keinem bestimmten Verhältnisse, so daß sie durch Umstände wachsen und abnehmen kann, ohne daß jene beiden sich dabei betheiligen müßten.

Es ist klar, daß w die Geschwindigkeit eines Gasstromes bestimmt. Die Erfahrung zeigt aber, daß die lebendige Kraft dieser Bewegungsform auf ein Thermometer nicht unmittelbar als Wärme wirkt, sondern höchstens als Reibung einen secundären Einfluß auf die Temperatur auszuüben vermag. Würde daher ein ruhendes Gas in strömende Bewegung gesetzt, und die dazu erforderliche leben-

dige Kraft den beiden anderen Bewegungsformen des Gases entzogen, so müßte das Thermometer eine Temperaturerniedrigung anzeigen.

Dieser Fall tritt aber wirklich ein in dem bekannten Experimente von Joule und Thomson, welche stark comprimirtes Gas durch eine enge Öffnung oder einen porösen Körper in einen luftverdünnten Raum ausströmen ließen. Dabei zeigte das Thermometer während des Ausströmens, sowohl vor der Mündung im Gasstrome, als auch im Innern des Compressionsgefäßes eine bedeutende Temperaturabnahme, welche aber vollkommen verschwand, sobald das Gas wieder zur Ruhe gelangt war. Beides ist nach obiger Annahme über die Wirkungslosigkeit der lebendigen Kraft strömender Bewegung auf das Thermometer begreiflich. Eben so wenig bietet der Vorgang der Umsetzung von intramolecularer in strömende Bewegung eine Schwierigkeit, sobald man die Clausius-Krönig'sche Anschauungsweise über den Zustand eines in einem geschlossenen Gefäße befindlichen Gases auf den Fall anwendet, wo eine Wand des Gefäßes plötzlich entfernt wird. Merkwürdig und lehrreich bleibt nur das in dieser Combination besonders klar hervortretende Factum, daß die lebendige Kraft der im Gase existirenden Bewegungsformen aufhört am Wärmeeffect Theil zu nehmen, wie sie in die strömende übergeht, und schließlich wieder umgekehrt bei eintretender Rückverwandlung. Denn dadurch wird es wahrscheinlich, daß auch die lebendige Kraft der intermolecularen Bewegungsform nicht als Wärme gelten kann.

Zwischen diesen beiden findet in der That kein so durchgreifender Unterschied statt, um eine solche fundamentale Verschiedenheit in ihrer Wirksamkeit einleuchtend zu machen. Wenn eine Gefäßwand durch die Kraft der unregelmäßig einfallenden Stöße eines Gases ohne Weiteres erwärmt wird, so sollte man meinen, daß sich die mehr parallel einfallenden Stöße bewegter Lufttheilchen kaum minder wirksam erweisen würden.

Ferner ist es schwierig bei tropfbar flüssigen, und noch mehr bei festen Körpern ein Analogon der intermolecularen Gasbewegung als Träger der Wärme auszumitteln, was bezüglich der intramolecularen durchaus keine Schwierigkeit hat. Nimmt man letztere zum Fundament der Wärmeerscheinungen, so hat man zugleich durch die nothwendige Einbeziehung der Ätherhüllen ein hinreichendes Motiv

für die doch so sehr verschiedene Äußerungsweise der lebendigen Kraft als Wärme und als massenbewegendes Princip gewonnen.

Übrigens sind ähnliche Ansichten über die Natur der Wärme bereits ausgesprochen worden; so unter andern von S. Croll: On the nature of heat vibrations. Phil. Mag. (4) XXVII, 1864. — Die Wärmeleitung in Gasen findet dabei noch immer vermittelst des Zusammenstoßes, und recht eigentlich nur während der einzelnen Zusammenstöße der Gasmolecüle statt. Und so bleibt auch das Ausgleichungsbestreben zwischen Molecülen von ungleicher lebendiger Kraft der intermolecularen Bewegung der richtige Ausgangspunkt für die Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme in Gasen.

Die Anwendbarkeit der allgemeinen hydrodynamischen Gleichungen auf ein System von Punkten wird bedingt:

1. Durch die absolute Verschiebbarkeit derselben; 2. durch die gleichmäßige Fortpflanzung des Druckes nach allen Seiten; 3. durch die Zulässigkeit, dasselbe als Continuum aufzufassen.

Daß aus der neueren Theorie der Gase die absolute Verschiebbarkeit ohne Schwierigkeit sich herleiten lasse, war nie zweifelhaft. Was den Druck anbelangt, so ist derselbe, in soferne er gegen eine feste Wand gerichtet ist, durch die Wirkung der molecularen Stöße vollkommen erklärt. Es läßt sich aber diese Erklärung leicht so erweitern, daß sie auch den Druck definirt, welchen eine ebene Fläche, die man sich durch das Innere der Gasmasse gelegt denkt, erleidet. Es wird nämlich der Druck, welcher auf die eine Seite eines ebenen Flächenstückes ausgeübt wird, gemessen durch die Summe der normalen Componenten der Bewegungsquantitäten aller in das Flächenstück auf dieser Seite sowohl eintretenden als austretenden Molecüle. Daß sich der solchermaßen definirte Druck durch die ganze Gasmasse gleichmäßig verbreiten müsse, liegt auf der Hand. Um aber die eben aufgestellte Definition des Gasdruckes zu rechtfertigen, nehmen wir unser Flächenstück als vordere Wand AA' des Gasprisma's $AA'BB'$. Wenn nun das Molecül m_1 mit der Masse m_1 und der Geschwindigkeit u_1 durch die Ebene AA' unter dem Winkel ϑ_1 in das Prisma eintritt, so bringt es in dasselbe die Bewegungsquantität $m_1 u_1 \cos\vartheta_1$ in der Richtung AB, d. h. der Schwerpunkt des Prismas erhält einen Impuls von der Größe $m_1 u_1 \cos\vartheta_1$ nach der

Richtung AB. Denn das Molecül m_1 gehört jetzt zur Masse des Prisma's. Und wenn das Molecül m_2 mit der Geschwindigkeit u_2 unter dem Winkel ϑ_2 gegen die Wand AA' durch diese aus dem Prisma austritt, so entzieht es letzteren die Bewegungsquantität $m_2 u_2 \cos \vartheta_2$ in der Richtung von B gegen A hin. Das ist aber so viel als ob diese Bewegungsgröße in der Richtung AB ins Prisma hineingekommen wäre. Man kann sich eben vorstellen, daß m_2 aus dem Prisma hinausgeschleudert würde, und dabei die Erhaltung der Bewegung des gemeinschaftlichen Schwerpunktes in Rechnung ziehen. Prallt endlich das Molecül m mit der Geschwindigkeit u unter dem Winkel ϑ an die Ebene AA' an, und wieder unter demselben Winkel und mit derselben Geschwindigkeit von ihr zurück, so ist natürlich der auf das Prisma ausgeübte Impuls $2mu \cos \vartheta$ — der bekannte Ausdruck für das moleculare Druckelement gegen eine feste Wand.

Dehken wir uns die Molekulargeschwindigkeit aller vor der Fläche AA' des Prisma befindlichen Gasmolecüle erhöht, derart, daß die zu AB — respective der Axe der X — parallelen Componenten aller den Zuwachs w erhalten, und verfolgen wir unter diesen Umständen das Verhalten zweier Molecüle α und β, welche im Anfang in der Fläche AA' liegen. Zuerst erhält α im Zusammenstoß mit α_0 durch Austausch die Geschwindigkeitscomponente $v_1 + w_1$ gegen B hin. Hierauf beim Zusammenstoße mit α_1 gibt es $v_1 + w_1$ an dieses ab, und erhält die Geschwindigkeit v'_1 in der Richtung BA. Dann empfängt es von α_0 abermals eine Geschwindigkeit $v_2 + w_2$ nach AB, um sie bald wieder an α_1 abzugeben und dafür v'_2 in der Richtung BA einzutauschen. Durch oftmalige Wiederholung dieses Vorganges rückt die Mittellage von α, welche anfangs in AA' war, allmählich gegen BB' vor. Für eine sehr große Zahl solcher Molecularstöße berechnet sich für alle Componenten $v_1, v_2 \ldots v_n$ nach AB ein Mittelwerth v, ebenso einer für die nach BA gerichteten Componenten $v'_1, v'_2 \ldots v'_n$, und zwar genau derselbe v wie für die ersteren. Die Effecte beider auf die Verschiebung von α heben sich und es bleibt für diese nur die Wirkung der Componenten $w_1, w_2 \ldots w_n$ nach AB übrig, für welche wir den Mittelwerth w angenommen haben. Setzen wir die Durchschnittsdauer einer solchen Oscillation von α zwischen α_0 und α_1 gleich τ und $n\tau = t$, so ist der Effect während der Zeit t auf α derselbe, als ob es mit der constanten

Geschwindigkeit $\frac{w}{2}$ in der Richtung AB sich bewegt hätte. Bei einer großen Zahl von Stößen kommt man für jedes andere in der Ebene AA' gelegene Molecül genau zu demselben Resultate.

Auf diese Weise findet man, daß durch die Druckvermehrung vor der Fläche AA' dieselbe in der Zeit t nach A_1A_1' vorgerückt ist, und zwar ist $AA_1 = \frac{w}{2} t$. Es erübrigt nun noch den Einfluß der übrigen Prismenflächen auf die Bewegung parallel zu BC zu erwägen. Setzen wir zunächst voraus, daß unser w mit X sich ändere, z. B. mit wachsendem X zunehme. Es werden dann die an der unteren Seite (in der Ebene XY) in das Prisma eintretenden Molecüle zwar eine Componente nach X geben; da aber für die allda austretenden Molecüle sich eine gleiche, im entgegengesetzten Sinne wirkende Componente ergibt, so hat diese Abhängigkeit des w von x keinen Einfluß.

Anders aber verhält es sich mit einer allfallsigen Abhängigkeit der Werthe des w von z. Ist dieser Werth z. B. in dem unterhalb liegenden Prisma größer, so kommen von diesem Molecüle an die Grenzfläche des oberen, welche durchschnittlich eine größere Componente parallel X ergeben, als die vom obern zum untern übergehenden.

Dieses gilt aber nur unter der Bedingung, daß w eine Componente sei, die nur nach einem Sinne in der Richtung der an allen betreffenden Molecülen auftritt, welche Einschränkung bei der Betrachtung der Verhältniße an der Vorder- und Rückseite des Prisma nicht nothwendig war.

Auf der oberen Seitenfläche des Prisma findet derselbe Vorgang statt, aber natürlich in Beziehung auf X in umgekehrter Richtung, da ja hier Molecüle mit größerer Componente aus der Fläche austreten und andere mit kleinerer eintreten. Während daher die zu XY parallele Mittelebene des Prisma um e vorrückt, wird die unterste Seite um einen Bruchtheil von e voraneilen, die obere aber um einen solchen zurückbleiben. Die Folge davon wird eine geringe Abänderung in der Verschiebung des Schwerpunktes und eine Deformation des rechtwinkeligen Prisma in ein schiefwinkeliges sein.

Dehnt man aber diese Betrachtungsweise auf die übrigen Seitenflächen aus, so werden sich die Deformationen des Prisma zum Theile zu einer Drehung desselben um seinen Schwerpunkt zusammensetzen.

Da man aber in der Hydrodynamik nur die Verschiebung der Massenmittelpunkte in Betracht zu ziehen hat, so werden diese Deformationen und Drehungen außer Rechnung gelassen, genau so, wie man in der Elasticitätstheorie fester Körper zu verfahren pflegt. Jene Verschiebungen, welche man in letzterer zuweilen als Rotationen darstellt, sind eben unsere von den Seitenflächen aus indicirten Verschiebungen des Schwerpunktes.

Vielleicht noch anschaulicher lassen sich diese secundären Einflüße auf die fortschreitende Bewegung auf folgende Weise darstellen. Wir denken uns vorerst die Gasmasse in Ruhe (im aërodynamischen Sinne), und inmitten derselben unser Elementarprisma. Vermöge der intermolecularen Bewegung treten durch alle sechs Seiten desselben fortwährend einzelne Molecüle aus und andere dafür ein. Außerdem findet daselbst auch ein bloßer Austausch von Geschwindigkeiten zwischen Molecülen statt, welche von beiden Seiten her in den Flächen zusammenstoßen. Doch können wir diesen letztern Vorgang mit dem erstern zusammenfassen, indem wir ein Molecül im Prisma, das beim Zusammenstoß mit einem andern, außerhalb des Prisma befindlichen, eine andere Geschwindigkeit erhalten, als ein ausgetauschtes ansehen. Im Zustande der Ruhe kann man von diesem Austausch der Molecüle durch die Prismaflächen absehen, indem sowohl die Anzahl als auch die Durchschnittsgeschwindigkeit der ein- und austretenden Molecüle die gleiche sein wird. Das ist aber im Allgemeinen nicht mehr der Fall für den Zustand der Bewegung.

Hat man für diesen den auf die eine Fläche des Prisma normal wirkenden Überdruck über die entgegenstehende bestimmt, ohne auf diesen Anstausch der Molecüle Rücksicht zu nehmen, so müssen nun noch die aus letztern hervorgehenden Componenten hinzugefügt werden. — Es hat diese Darstellung vor der ersten noch den Vorzug, daß durch selbe ersichtlich wird, wie auch diejenige Fläche, auf welche der berechnete Druck wirkt, einen Beitrag zu den letztern Componenten liefern müsse. Es ist dies, nebenbei bemerkt, das einzige Glied, welches nicht durch Rotation dargestellt werden kann [1].

Übrigens zeigt es sich, daß diese Componenten neben den normalen Druckkräften nur von geringem Belange sind, und meist nur

---

[1] Diese Darstellungsweise wurde zuerst von Maxwell gebraucht, und der Vorgang mit den Namen innere Reibung der Gase belegt. Phil. Mag. Vol. XIX, 14. Serie.

als Störungen bei genaueren Berechnungen beizuziehen sein werden. Dieselben wurden von Stefan unter dem Ausdruck „Innerer Reibung in Flüssigkeiten" genau formulirt, und in die allgemeinen hydrodynamischen Gleichungen eingeführt in der Abhandlung: „Über die Bewegung flüssiger Körper". Sitzungsber. d. kais. Akad. Mai 1862.

In einer späteren Abhandlung: „Über den Einfluß der inneren Reibung in der Luft auf die Schallbewegung" (Sitzungsber. d. kais. Akad. April 1866) hat derselbe diese Gleichungen auf die Gasarten angewendet. Sein Ausgangspunkt ist die Newton'sche Hypothese über die Reibung in Flüssigkeiten und ihre analytische Darstellung — der physikalische Grund dieser Reibung wird dabei nur im Allgemeinen angedeutet.

Der Einfachheit halber ist hier überall vorausgesetzt worden, daß beim Zusammenstoße zweier Molecüle ein vollkommener Austausch der Geschwindigkeit stattfinde. Da dies in der Wirklichkeit nicht der Fall ist, die Molecüle vor AA' bei jedem Zusammentreffen mit α nur einen aliquoten Theil ihres Überschußes w an dieses übertragen, so wird es nun statt eines einzigen, vieler Hin- und Hergänge des α zwischen α_0 und α_1 bedürfen, um die Geschwindigkeit w — bis auf einen verschwindend kleinen Rest — von ersterem auf letzteres zu übertragen. Die Verschiebung der Mittellage von α, welche im früheren Falle mehr ruckweise vor sich ging, nähert sich jetzt mehr einer gleichförmigen Bewegung; das Endresultat bezüglich der Verschiebung von AA' uach $A_1A'_1$ wird aber am Ende von t nicht sehr verschieden sein. Immerhin bleibt es wahrscheinlich, daß die progressive Bewegung der Molecüle innerhalb der Welle einen mehr weniger intermittirenden, wogenden Charakter beibehalten, und sich dadurch von der Bewegungsform im freiströmenden Gase unterscheiden werde. Übrigens hat schon Poisson darauf hingewiesen, daß man unterscheiden müsse zwischen Problemen, wo die Fortpflanzungsweise des Druckes unberücksichtigt bleiben könne, und anderen, wo dieses nicht erlaubt sei. — Poisson, Traité de Mécanique II. 664.

Die obigen Deductionen setzen offenbar voraus, daß die Anzahl der in unserem Prisma enthaltenen Molecüle eine sehr große sei. Nur so ist es möglich für die betrachteten Größen Durchschnittswerthe in Anschlag zu bringen. Auch würden sonst die nothwendig vorkommenden Unregelmäßigkeiten in den Bewegungen das Molecül α

über die Prismagrenzen seitlich hinausführen, und dieses überhaupt nicht genügend zusammenhalten. Die Erfüllung dieser Bedingung allein vermag der raumerfüllenden Natur gasförmiger Körper eine Art von Continuität zu verleihen, so daß die aus dieser den Calcül so erleichternden Auffassung abgeleiteten Formeln auch fernerhin auf die Gase ihre Anwendbarkeit behalten. Denn der Einwendung, daß die Analyse kleinere Elementarprismen voraussetzen müsse, als es die obige Bedingung im Zusammenhange mit der gefundenen mittleren Wegelänge der Gasmolecüle erlaubt, läßt sich dadurch begegnen, daß man vorderhand immerhin die Analyse für ideelle feinere Gase mit beliebig kleineren mittleren Entfernungen der Molecüle durchführen möge, in der Hoffnung, daß sich die Ergebnisse auch für die wirklichen Gase als Annäherungen brauchbar erweisen werden.

Der Fall, wo es nothwendig wird, auf die Art der Fortpflanzung des Druckes in Luftarten Rücksicht zu nehmen, tritt vorzüglich ein, bei dem wichtigen Probleme der Schallbewegung. Wir theilen eine ebene Verdichtungswelle durch parallele Schnitte senkrecht auf die Richtung ihrer Fortbewegung in sehr viele ebene Schichten von solcher Dicke, daß die erste Schichte sich am Anfang des Zeittheilchens τ genau in demselben Zustande befinde, wie die $n+1$. zu Anfang des vorhergehenden Zeittheilchens. Denn bekanntlich besteht eben in diesem schichtenweisen Fortschreiten der Bewegungszustände das Wesen der Schallfortpflanzung. Es bleibt nun zweierlei nachzuweisen:

1. Wie im Sinne der neueren Theorie eine solche Übertragung von Schichte zu Schichte vor sich gehe;

2. wie die für jede Gasart als Function der Dichte und Temperatur numerisch bestimmte Geschwindigkeit zu deduciren sei.

Unter der vereinfachenden Annahme einer regelmäßigen cubischen Vertheilung der als vollkommen elastische Kugeln betrachteten Gasmolecüle ist die erste Forderung: der schichtenweisen Übertragung des Bewegungszustandes, ohne weiters erfüllt. Was die zweite anbelangt, so hat Stefan in seiner Abhandlung: „Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in gasförmigen Körpern“, Pogg. Ann. CXIII, 494, gezeigt, daß bei einer passenden Orientirung des Gaswürfels, vermöge welcher die Diagonale mit der Schallrichtung

zusammenfällt, für diese Größe die von Newton gefundene Formel erhalten werde. Bezüglich der Deduction der noch beizufügenden La Place'schen Correction, spricht sich derselbe am Schlusse der Abhandlung folgendermaßen aus: „Eine vollkommenere auf die neue Anschauung von der Constitution der Gase gegründete Theorie der Schallfortpflanzung wird daher zur obigen Formel die La Place'sche Correction zu liefern haben. Um diese zu erhalten, ist es daher nothwendig, einzugehen auf die Irregularität der Bewegungen der Molecüle, und vielleicht auch auf den Umstand, daß, wie Clausius gezeigt hat, außer den fortschreitenden Bewegungen der Molecüle, auch noch Bewegungen in den Molecülen vorhanden sein müssen."

Diese unstreitig vorhandene Irregularität in der Vertheilung der Molecüle führt aber in Bezug auf die Fortpflanzung einer Welle unter Beibehaltung ihrer Form erhebliche Schwierigkeiten herbei. Eine leichte Überlegung lehrt, daß dieser Forderung auf eine einfache Weise nur dadurch genügt werden kann, daß man den Schichten die Eigenschaft vollkommen elastischer Körper vindicirt, welche im Zusammenstoße — bei gleichen Massen — ihre Geschwindigkeiten austauschen. Dies ist aber eben nur in dem Falle möglich, wo alle Kugeln der zusammentreffenden Schichten genau central zusammenstoßen, also nur bei regelmäßiger Anordnung der Molecüle. Denn die Störungen, welche dadurch eintreten müßten, daß die mehr verdichtete Schichte ihre Molecüle etwas anders gruppirt haben müßte als die weniger verdichtete, mit welcher sie in Contact steht, könnte man immerhin als wenig erheblich außer Acht lassen. Dagegen ist bereits mehrfach — und namentlich von J. Stefan in der Abhandlung „Über die Fortpflanzung der Wärme", Sitzb. d. kais. Akademie April 1863 — gezeigt worden, daß bei einer unregelmäßigen Vertheilung der Molecüle zwischen zwei zusammentreffenden Schichten kein Austausch, sondern vielmehr ein Ausgleich der Geschwindigkeiten stattfindet.

Es ist zwar in unserem Falle die Besonderheit hervorzuheben daß der Überschuß an Geschwindigkeit in der einen Schichte zumeist auf Rechnung der mit der Schallrichtung parallelen Componente zu setzen ist, das wird jedoch das Resultat nur wenig modificiren, keinesfalls aber den vollkommenen Austausch der Geschwindigkeiten herbeiführen. Wie unvereinbar aber mit dem Stattfinden

des Ausgleichens der Geschwindigkeitsdifferenzen zweier nächsten Schichten ein Fortschreiten der Wellenform sei, ergibt sich aus der Überlegung, daß sich derlei Schichten beim Zusammenstoße wie unelastische Körper verhalten würden, dem zu Folge sich die Bewegung einer momentan entstandenen Welle alsbald in eine schwache progressive Bewegung auf einer großen Strecke des Mittels auflösen müßte.

Ein Ausweg bleibt noch übrig, nämlich zu untersuchen, ob nicht eine Wellenbewegung in Gasen möglich wäre, falls die Schichten den Character unvollkommen elastischer Körper erhielten. Es dürfte sich nachweisen lassen, daß dem zu Folge bei der Wechselwirkung von je zweien ein partieller Austausch der Geschwindigkeit stattfinden würde, welcher über den Punkt des vollständigen Ausgleiches hinausginge.

Nehmen wir die vorderste Schicht der Welle mit dem Geschwindigkeitsüberschuß w in der Schallrichtung und bezeichnen selbe mit a. Diese Geschwindigkeit w sollte nun im nächsten Zeittheilchen an die neu zu formirende Schicht a_1 übertragen werden. Wegen unvollkommener Elasticität, werden aber beispielsweise nur $0 \cdot 9w$ übertragen. Mit dem Rest $0 \cdot 1w$ kehrt a zurück zum Zusammenstoße mit der nächst rückwärts gelegenen Schicht a_{-1}. Diese hat einen Geschwindigkeitsüberschuß w, von welchem sie beim Zusammenstoße $0 \cdot 9w$ an a abgibt. Dadurch wird a, welches noch von vorher den Rest $0 \cdot 1w$ besaß, mit der Geschwindigkeit w ausgestattet, womit es an die Schicht a_1 gelangt. Letzteres hat mittlerweile das empfangene $0 \cdot 9w$ an eine weitere Schicht a_2 befördert, jedoch einen Rest von beiläufig $0 \cdot 09w$ zurückzubehalten. Erhält es nun von a abermals $0 \cdot 9\ w$, so hat es bereits an $0 \cdot 99w$, also nahezu so viel als bei vollkommener Elasticität. (Es ist hier wo es nur auf eine ungefähre Abschätzung der Größen ankommt, der Umstand außer Acht gelassen, daß die Reste vom vorhergehenden Stoß die relativen Geschwindigkeiten im nächsten etwas abändern müssen, man erhält da complicirtere Brüche, ohne daß das Ergebniß erheblich alterirt wird.) Es ist klar, daß die Annäherung an letztere um so vollständiger wird, je öfter sich der Schichtentausch wiederholt. Bei einer Luftwelle von gewöhnlicher Länge wird man, da die mittlere Weglänge der molecularen Gasbewegung als Dicke einer Schicht anzunehmen ist, auf eine erstaunlich große Zahl von Schichten hingewiesen. So gibt bei-

spielsweise eine Welle von einem Meter Länge an 16 Millionen Schichten. Und wenn auch am vorderen Wellenende eine allmähliche Deformation eintritt, so ist doch ersichtlich, daß dessen ungeachtet auf weite Strecken eine genügende Constanz der Wellenform bestehen kann.

Wir haben nun noch das andere Ende der Welle ins Auge zu fassen. Die letzte Schicht gibt statt w nur $0 \cdot 9\, w$ an die vorletzte ab, bevor sie aus dem Wellenverband tritt. Der in ihr zurückbleibende Rest von $0 \cdot 1\, w$ ist allerdings für die Wellenbewegung verloren. Es wird daher hinter einer vorübergegangenen Verdichtungswelle eine leise Bewegung in der Luft zurückbleiben, und dies muß allerdings eine Verminderung der lebendigen Kraft der Wellenbewegung zur Folge haben.

In dem Falle, wo sich die Schichten wie unelastische Massen verhielten, würde die letzte Schicht einen Rest von $0 \cdot 5\, w$ zurückbehalten, und wenn man bedenkt, daß die vorletzte Schicht, mit welcher sie zuletzt zur Wechselwirkung kam, noch von früher einen Antheil von w zurückgehalten hat, einen noch größeren. Sie würde deßhalb gar nicht als aus der Welle ausgetreten zu betrachten sein, und so müßte die feste Abgrenzung der Welle bald ganz verwischt werden.

Es ist wichtig zu constatiren, daß lange Wellen von dieser Schwächung weniger getroffen werden als kurze bei gleich lebendiger Kraft der Wellenbewegung. Denn setzen wir z. B. die eine Welle habe einen Meter, die andere nur einen Decimeter Länge, so hat letztere nur den zehnten Theil so viel Elementarschichten wie jene, dafür aber beherbergt jede derselben die zehnfache lebendige Kraft. Da nun in unserem obigen Beispiele bei einer Vorrückung der Welle um die Länge des mittleren Weges der Molecüle ein Zehntel des in einer Schichte enthaltenen Geschwindigkeitsüberschusses für die Wellenbewegung verloren geht, so ist obige Behauptung gerechtfertiget. Dieselbe stimmt überein mit dem Resultate, welches J. Stefan in seiner Abhandlung, „Über den Einfluß der inneren Reibung in der Luft auf die Schallbewegung“ (Sitzungsb. d. kais. Akad. April 1866) gefunden hat.

Daß die Reibung bei der Schallbewegung in der Luft ganz bedeutend sein müße, wird sehr wahrscheinlich, wenn man das baldige Erlöschen dieser Wellenbewegung, nachdem sie verhältnißmäßig

kurze Strecken durchlaufen hat, bedenkt, und sie vergleicht mit den gewaltigen Räumen, welche die transversalen Lichtschwingungen ohne merkliche Schwächung durchmessen — namentlich wenn man die Wellenlängen als Maaßstab nimmt. Daß übrigens auch bei den Lichtwellen doch ein geringer Verlust vorkomme, den man einer Art Reibung zuschreiben muß, haben Astronomen schon lange für wahrscheinlich gehalten. Siehe Kosmos v. Humboldt III, p. 49.

Nachdem wir nun zu dem Schlusse gelangt sind, daß auch bei einer unvollkommenen Elasticität der Wellenschichten eine Schallbewegung in der Luft möglich sei, wollen wir versuchen, diese Eigenschaft aus den Principien der neueren Gastheorie abzuleiten. Diese Theorie geht von dem Satze aus, daß zwischen den Gasmolecülen Anziehungs- und Abstoßungskräfte nur dann in merklichem Grade wirksam werden, wenn diese sich auf eine Distanz genähert haben, welche im Vergleiche zur mittleren Distanz der Molecüle im Gase äußerst gering ist. In solche Nähe gekommen, werden offenbar die sonst geradlinigen Bahnen zweier Molecüle abgeändert, derart, daß sie im Allgemeinen irgend welche krummlinige Bahnen um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt beschreiben, bald aber wieder auseinanderfahrend, nach der Tangente der Trajectorie geradlinig weiter gehen werden. Über diese Bewegung läßt sich in Ermangelung jeglicher Kenntniß des molecularen Actionsgesetzes nur so viel sagen:

1. daß die Bewegung des gemeinschaftlichen Schwerpunktes beider Molecüle, vor, während und nach dem Zusammentreffen unverändert dieselbe sein müsse;

2. daß die Summe der lebendigen Kräfte, vor und nach dem Zusammentreffen gleich sein müsse. — Damit bleibt aber die Bahnrichtung beider Molecüle nach dem Auseinandergehen unbestimmt. Dazu müsste man eben das Actionsgesetz kennen. In Ermanglung dieser Kenntniß hat man sich damit beholfen, auf die Gastheilchen die Gesetze des Stoßes elastischer Kugeln anzuwenden. Diese Annahme hat zu brauchbaren Resultaten in all den Fällen geführt, wo alle Richtungen in der intermolecularen Bewegung gleichmäßig vertreten sind. Aber bei der Schallbewegung, wo eine Bewegungscomponente vorherrscht, muß die Anwendung eines Actionsgesetzes, welches zu allererst bei seiner Entwicklung zu dem Theorem führt, daß die wahrscheinliche Richtung der Molecüle nach dem Stoße von deren Richtung vor dem Stoße unabhängig ist, im vorhinein

Bedenken erregen. Bei näherem Eingehen bemerkt man alsbald, daß aus dieser Quelle das unelastische Verhalten der Wellenschichten entspringt. Wenn man aber bedenkt, daß die Anwendung der Stoßgesetze eingestandenermassen nur eine Nothannahme ist, daß sie zwischen den Molecülen nur Repulsivkräfte wirksam sein läßt, während nach Clausius die Arbeiten von Thomson und Joule gerade auf den Einfluß von Attractionskräften hinweisen, daß endlich alle mit dieser Annahme gewonnenen brauchbaren Resultate recht wohl mit anderen Annahmen vereinbar sind, so kann man kaum Bedenken tragen, dieselbe zu meiden, wenn erwiesen wird, daß es Actionsgesetze gebe, welche den Luftschichten jene Eigenschaft verleihen, die zur Erklärung der Schallfortpflanzung unbedingt nothwendig ist. Ein solches ist nun das Newton'sche Actionsgesetz. Bei diesem ist die wahrscheinlichste Richtung nach dem Zusammentreffen zweier Molecüle nicht unabhängig von der vorausgesetzten gemeinschaftlichen Richtung beider vor demselben, sondern die wahrscheinlichste fällt mit dieser zusammen. Übrigens kann die Annahme des Newton'schen Gesetzes nur als Exemplification des Satzes dienen, daß überhaupt Actionsgesetze denkbar seien, welche der gestellten Anforderung entsprechen. Denn wie die Stoßtheorie keine Attractionskraft, so kennt das Newton'sche Gesetz keine Repulsivkraft. Nur darf man nicht glauben, daß diese Annahme zu dem Resultate führe, daß zwei zusammentreffende Molecüle bei bloßem Walten von Attractionskräften ganz und gar beisammen bleiben müssten. Diese werden vielmehr im Allgemeinen bei jedem Actionsgesetz wieder auseinander fahren, falls ihre relative Anfangsgeschwindigkeit nicht geradezu Null war.

Nachdem die Anwendbarkeit der hydrodynamischen Gleichungen auf die Dynamik der Gase nachgewiesen ist, so wie auch die Möglichkeit von Wellenbewegungen in denselben, kann man die Ableitung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles der Analyse überlassen. Denn die heutige Wärmelehre hat die von La Place zuerst aufgestellte Formel für den Zusammenhang zwischen Verdichtung und Erhöhung der Spannkraft ohne Wärmeentziehung bei Gasen ganz unanfechtbar begründet, und die neuere Gastheorie den Einklang derselben mit ihren Principien dargethan. Aber der Umstand, daß der Einfluß der durch die Wellenverdichtung hervorgerufenen Temperaturerhöhung auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit noch in

neuester Zeit vielfach angefochten ward, macht noch einige Bemerkungen nothwendig.

Die vorgebrachten Bedenken laufen zumeist darauf hinaus, daß die durch Verdichtung erzeugte Wärme sich in wenigen Momenten an die Umgebung zerstreuen müsse. Um diesen Einwand zu begegnen, nehmen wir eine seitlich unbegrenzte ebene Verdichtungswelle, und theilen sie wie oben in ebene Schichten von der Dicke der mittleren Wegelänge der Gasmolecüle. In jeder dieser Schichten unterscheiden wir zweierlei Molecüle: erstlich solche, welche sich in einem bestimmten Momente vorwärts in der Richtung der Schallfortpflanzung bewegen, und zweitens in solche, deren zur Axe parallele Bewegungscomponente eine entgegengesetzte ist. Wechselwirkung findet Statt zwischen zwei benachbarten Schichten, und zwar nur in jenen Molecülen, die sich gegen einander bewegen. Betrachten wir die vorderste Schicht der Welle: sie heiße a. In ihr bewegt sich die Hälfte aller Molecüle vorwärts gegen die nächste in diesem Moment noch außerhalb der Welle liegenden Schicht a_1. Die Hälfte der Molecüle in letzterer bewegt sich eben gegen die Molecüle in a hin und kommt im nächsten Zeittheilchen mit diesen zum Austausch der Geschwindigkeiten, welchen wir der Einfachheit halber vorerst als vollkommen annehmen. Welcher Unterschied findet nun zwischen diesen beiden Partien vor dem Austausche statt? Die Molecüle in a haben eine größere intermoleculare Geschwindigkeit als die in a_1 und zwar nicht allein hinsichtlich der zur Axe parallele Componente. Die nothwendige Folge ist natürlich auch eine entsprechend größere intramoleculare Bewegung: sie sind überhaupt wärmer. Nach geschehenem Austausch kehren die Molecüle a zurück zum Zusammenstoß mit einer Partie der nächst rückwärts gelegenen Schichte a_{-1}. Auf diesem Rückwege haben sie eine geringere Temperatur als sie beim Vorgehen besaßen. Dafür ist die eine Hälfte in a_1 wärmer geworden, sie bewegt sich mit größerer Geschwindigkeit nach vorwärts gegen eine nächste Schichte a_2, verschiebt dabei auch ihre Mittellage in diesem Sinne, und leitet damit die hier beginnende Verdichtung ein. Diese Verdichtung findet nicht blos im Sinne eines Zusammenrückens parallel der Axe statt, sondern auch seitlich, da die von a überkommenen Geschwindigkeiten weder einerlei Richtung haben, noch die Molecüle regelmäßig vertheilt waren. Die rückwärts gehenden Molecüle von a spielen im nächsten Momente gegenüber einer Abtheilung von Molecülen der

Schichte a_{1-} dieselbe Rolle, wie vorher die in a_1 befindlichen gegen sie selber. Und gleichzeitig überträgt der andere Theil der a-Schichte seinen Temperatur- und Bewegungsüberschuß auf die zweite Partie der Molecüle in a_1.

Indem wir diese Betrachtungen auf alle Schichten ausdehnen, gelangen wir zu dem merkwürdigen Resultate, daß in allen unseren Schichten nur jene Molecüle, welche sich eben vorwärts bewegen, die Träger der Schallgeschwindigkeit und der mit der Schallbewegung verbundenen Temperaturerhöhung sind. Daher keine Temperaturableitung nach rückwärts, während sie nach seitwärts ohnedies ausgeschlossen ist, und nach vorwärts der Schallwelle nicht vorauseilen kann. — Beim unvollkommenen Austausch zwischen den Wellenschichten wird diese Differenz zwischen den Molecülen derselben Schichte bezüglich der Temperatur in der Mitte der Welle zwar verwischt, er tritt aber immer schärfer auf, je mehr man sich dem einem oder dem andern Wellenende nähert und die Temperaturableitung kann doch nur von diesem ausgehen. Kurz: Die innerhalb der Verdichtungswelle bestehende höhere Temperatur ist eben nur der Ausdruck der allda herrschenden größern Molecularbewegung; sie schreitet fort mit dieser, sie erleidet ebenmässig Verluste nur mit dieser.

Ähnliche Discussionen, wie die hier angestellten, vermögen zwar nicht die analytische Behandlung zu ersetzen, aber sie sind geeignet, ihr den Weg zu bahnen, indem sie über die Zuläßigkeit und die Tragweite gewisser Vorausssetzungen Licht verbreiten, und den Verlauf der Untersuchung, so wie die Endresultate in den äußersten Umrissen erkennen lassen.

Zusatz.

Es führen die hier dargelegten Principien für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft zu einer Gleichung von der Form:

$$\frac{\partial^2\sigma}{\partial t^2} = (1-\varepsilon)\left(\frac{p_0}{\rho_0}\,\frac{c'}{c}\right)\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} + \frac{2\mu}{\rho_0}\,\frac{\partial^3\sigma}{\partial x^2\partial t};$$

worin σ die durch die Wellenbewegung erzeugte Verdichtung, p_0 und ρ_0 Druck und Dichte der Luft im Zustande der Ruhe, c' und c die

beiden Wärmecapacitäten, und μ den Coëfficienten der innern Reibung in der Luft bedeutet.

Die Größe ε endlich ist ein sehr kleiner Bruch, herrührend von der unvollkommenen Fortpflanzung des Impulses in den Luftschichten. Durch diese allein unterscheidet sich diese Gleichung von der durch Stefan in der citirten Abhandlung aufgestellten, und da dieselbe auf das numerische Resultat nur einen geringen, auf den Gang der Analyse aber gar keinen Einfluß hat, so verweisen wir bezüglich der weitern Discussion auf die erschöpfende Arbeit Stefan's.

Eigentlich hätten wir diese Größe hier ganz unterdrücken sollen, da sie von der Ordnung solcher Größen ist, welche bei der Ableitung der Gleichung für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles aus den allgemeinen aërodynamischen vernachläßigt wurden, aber es kam hier darauf an, den besprochenen Einfluß der unvollkommenen Elasticität der Wellenschichten in der Formel hervortreten zu lassen.

Die jedem Fachmanne bekannten, bei der raschen Entwickelung der Wissenschaft von Jahr zu Jahr sich steigernden Unzukömmlichkeiten, welche mit der cumulativen Herausgabe von Abhandlungen verbunden sind, die sich auf sämmtliche naturwissenschaftliche Fächer beziehen, haben die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bestimmt, ihre Sitzungsberichte in zwei gesonderten Abtheilungen erscheinen zu lassen.

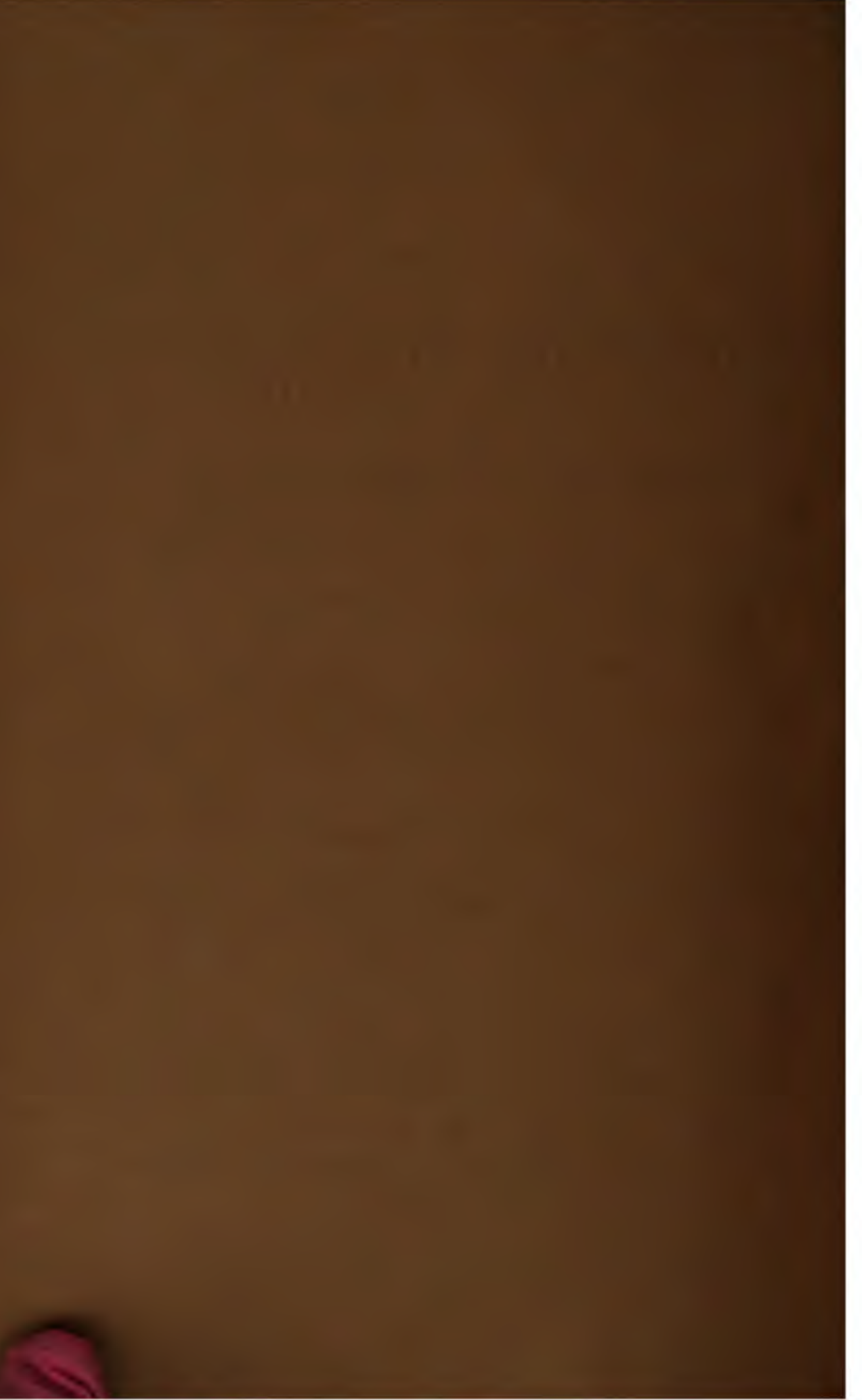
Die **erste Abtheilung** enthält die Abhandlungen aus der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie; die **zweite Abtheilung** die aus der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

Von jeder dieser Abtheilungen erscheint jeden Monat mit Ausnahme von August und September ein Heft, welches drei Sitzungen umfasst. Der Jahrgang enthält somit zehn Hefte.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine vollständige Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen voran, selbst wenn diese nicht zur Aufnahme in die Schriften der Akademie bestimmt werden.

Der Preis des Jahrganges beträgt für eine Abtheilung 12 Gulden ö. W.

Von allen grösseren Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und sind durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn zu beziehen.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND. V. HEFT.

Jahrgang 1866. — December.

(Mit 1 Tafel und 2 Karten.)

ZWEITE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1867.

INHALT

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

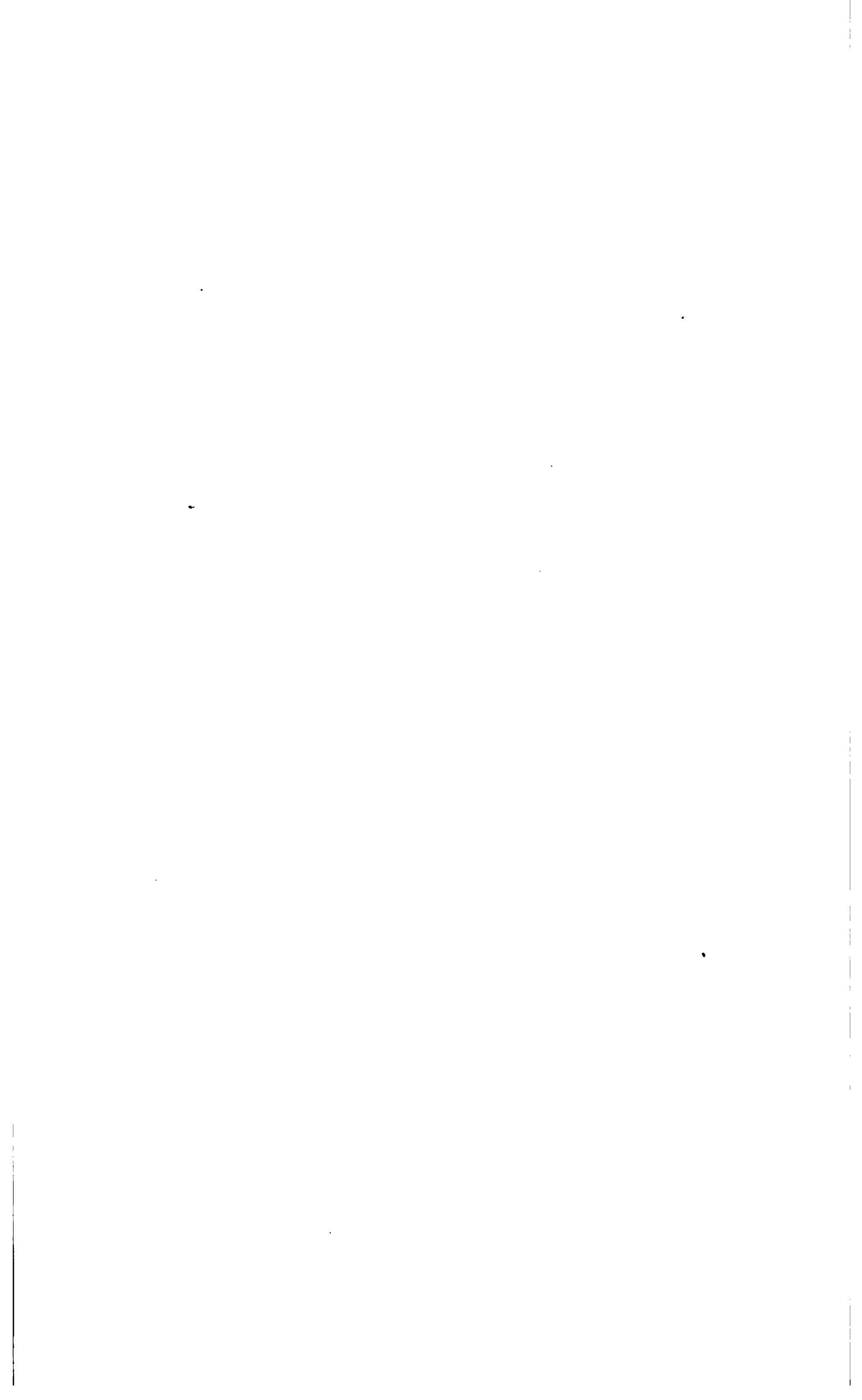
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LIV. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.



XXVII. SITZUNG VOM 6. DECEMBER 1866.

Das hohe k. k. Ministerium für Handel und Volkswirthschaft ersucht die kais. Akademie der Wissenschaften, mit Zuschrift vom 3. December l. J., aus Anlaß der im Zuge befindlichen Verhandlungen in Betreff der beabsichtigten Einführung des metrischen Maß- und Gewichtssystems in der österr. Monarchie, dieselbe wolle dieser Angelegenheit ihre Kenntnisse und Erfahrungen zuwenden und einen ausführlichen Vorschlag über den Vorgang zur Herstellung eines allen Anforderungen entsprechenden Urmaßes und Urgewichtes aus den hiefür am meisten geeigneten Materialien, so wie auch über die Art und den Ort ihrer sicheren Aufbewahrung verfassen und dem Ministerium mittheilen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beobachtung der Meteore in der Nacht des 13./14. November 1866" von Herrn Dr. Julius Schmidt, Director der Sternwarte zu Athen.

„Herrn Director Julius Schmidt's Beobachtung der Meteore in der Nacht des 13./14. November 1866" vom Herrn Hofrathe W. Ritter v. Haidinger.

„Zur Elementaranalyse organischer Substanzen" von Herrn Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag.

„Ein Quetschhahn neuer Construction" von Herrn W. Fr. Gintl, Assistenten an der Lehrkanzel für Chemie an der k. k. Prager Universität.

„Kalender der Fruchtreife für die Flora von Österreich" von Herrn Vice-Director K. Fritsch.

„Theorie der Schwingungscurven, denen zwei elementare Schwingungen zu Grunde liegen" von Herrn Dr. Felix Ritter v. Strzelecki, Prof. der Physik an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Das c. M. Herr Prof. V. v. Lang überreicht eine von Herrn A. Brio im physikalischen Cabinete der Wiener Universität ausgeführte Arbeit, betitelt: „Krystallsystem und optische Verhältnisse des ameisensauren Cadmiumoxyd-Baryt."

Herr Dr. Ewald Hering, Prof. der Physiologie am k. k. Josephinum legt die Fortsetzung seiner Abhandlung: „Über den Bau der Wirbelthierleber“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anales del Museo Público de Buenos Aires. Por German Burmeister. Entrega 1ª. Buenos Aires, 1864; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 4. Jahrg. Nr. 23. Wien, 1866; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1617—1618. Altona, 1866; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für physikalische Technik. II. Band, 4. Heft. München, 1866; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII, Nr. 20—21. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2ᵉ Série. XVᵉ Année, 4ᵉ Volume, 22ᵉ Livraison. Paris, 1866; 8°.

Donders, F. C., Zesde Jaarlijksch Verslag betrekkelijk de Verpleging en het Onderwijs in het Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders. 1865. Utrecht; 8°.

Friedel, C., Sur l'Adamine, nouvelle espèce minérale. Paris; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 49. Wien, 1866; 8°.

Goppelsroeder, Friedrich, Beitrag zur Prüfung der Kuhmilch. Mit besonderer Berücksichtigung der Milchpolizei. (Verhdlgn. der Basler naturf. Ges.) Basel, 1866; 8°.

Gyldén, H., Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und der Strahlenbrechung in derselben. (Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg. VIIᵉ Sér. T. X, Nr. 1.) St. Petersburg, 1866; 4°.

Isis. Naturwissenschaftliche Gesellschaft, in Dresden: Sitzungs-Berichte. Jahrgang 1866. Nr. 1—6. Dresden; 8°. — Statuten und Verzeichniß der Mitglieder. 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 34. Wien, 1866; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1866. X. Heft. Gotha; 4°.

Pictet, F. J., et A. Humbert, Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du Mont Liban. Genève, 1866; 8°.

Pulkowa, Nicolai-Hauptsternwarte: Jahresbericht. 1865. St. Petersburg; 8°. — Struve, Otto, Übersicht der Thätigkeit der Nicolai-Hauptsternwarte während der ersten 25 Jahre ihres Bestehens. St. Petersburg, 1865; 4°.

Quetelet, Ad., Sur le 5e Congrès de statistique tenu à Berlin 1863. — Physique du Globe. — Observation de l'éclipse de lune. — Étoiles filantes. — Sur les orages observés en Belgique. — Faut-il terminer les paratonnerres par des pointes ou par des boules? — Orages du mois de Juillet 1865. — Apparitions remarquables d'étoiles filantes. — Observations de l'inclinaison magnétique, faites pendant les années 1855 à 1864 à l'observatoire de Christiania. — Sur les étoiles filantes et leurs lieux d'apparition. (Extraits des Bulletins de l'Acad. Roy. de Belgique. 2me Série, Tomes 16, 17, 18, 20 & 21.) 8°.

Reader. Nr. 205, Vol. VII. London. 1866; Fol.

Sass, Arthur Ferd. Bavon v., Untersuchungen über die Niveauverschiedenheit des Wasserspiegels der Ostsee. (Mélanges phys. & chim. tirés du Bullet. de l'Acad. Imp. de sc. de St. Pétrsbg. Tome VI.) 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher, in Carlsruhe: Verhandlungen. I. & II. Heft. Carlsruhe, 1864 & 1866; 4°.

— Offenbacher, für Naturkunde: VII. Bericht. 1865—1866. Offenbach a/M. 1866; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 96—97. Wien, 1866; 4°.

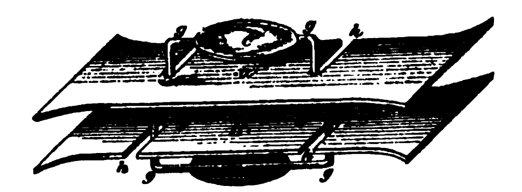
Ein Quetschhahn neuer Construction.

Von **Wilhelm Fried. Gintl,**
Assistenten an der Lehrkanzel der Chemie der Universität zu Prag.

Den bisher üblichen Quetschhahnformen, und selbst der ihrer sinnreichen Einfachheit wegen schätzenswerthen Mohr'schen Form, haften Übelstände an, die zumal bei häufigerem Gebrauche, wohl schon mehrfach empfunden worden sind. Die gewichtigsten derselben scheinen mir namentlich die zu sein, daß erstens fast alle der brauchbaren Quetschhahnformen auf das zu schließende Caoutchoucrohr einen schiefen ungleichmäßigen Druck ausüben, worunter zunächst die Caoutchoucröhren selbst leiden, während anderseits der Verschluß nicht immer ein verläßlicher ist, und daß ferner bei all' den Formen bei denen die Federkraft eines Metallbogens in Anwendung kommt, diese allmälig bei öfterem Gebrauche an Intensität abnimmt, und der Quetschhahn schließlich nicht mehr zureicht, einen vollkommenen Verschluß zu bewerkstelligen. Ich halte es sonach nicht für überflüßig im Nachstehenden die Beschreibung eines Quetschhahnes zu geben, den ich mir zum Zwecke des Buretten-Verschlusses construirt und in diesem Sinne recht brauchbar gefunden habe.

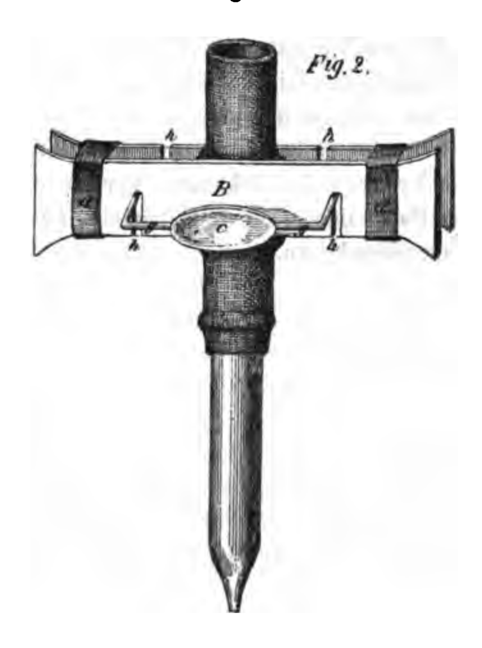
Derselbe besteht aus zwei Metall-Lamellen *A* und *B* (siehe Fig. 1 und 2) von circa $1/_2$''' Dicke, $1^3/_4$'' Länge und $1/_2$'' Breite. Die





Form dieser Lamellen ist so gewählt, daß die Breite derselben vom beiderseitigen Ende gegen die Mitte zu in der Art abnimmt, daß die beiden äußersten Viertel der Lamelle nach außen zu sich ver-

breitern. Jede dieser Lamellen trägt an der einen der breiten Flächen einen Bügel *g g* aus gebogenem Drathe, aufgelöthet, und ist der Bügel der einen Lamelle etwa um die Stärke des verwendeten Drathes im Lichten weiter, als der der anderen. In der Mitte des Bügelrückens ist parallel mit der Fläche der Lamelle ein ovales schwach concaves Blättchen *c* aufgelöthet, bestimmt, den drückenden



Fingern, beim Öffnen des Quetschers mehr Fläche zu bieten. Außerdem finden sich an jeder der beiden Lamellen je zwei Ausschnitte *h*, und zwar von solcher Breite und Entfernung, daß die bis gegen die Mitte reichenden Ausschnitte je einer Lamelle, der Drathstärke und Weite des Bügels der anderen Lamelle entsprechen.

Legt man nun die beiden, so adjustirten Lamellen, mit den die Bügel tragenden Flächen gegen einander gekehrt zusammen, und zwar so, daß die beiden Bügel sich in die Ausschnitte der andern Lamelle einfügen, und stülpt man über die Enden der beiden Lamellen beiderseits je einen Abschnitt einer Caoutchoucröhre, so ist das Instrumentchen vollendet. Drückt man nun mit Daumen und Zeigefinger die beiden Blättchen *c*, gegeneinander, so öffnet sich der Quetschhahn und schließt sich nach aufgehobenem Drucke sofort wieder.

Es ist anzurathen, die Caoutchoucringe von einer nicht vulcanisirten Caoutchoucröhre zu nehmen, da sich vulcanisirter Caoutchouc nicht gut eignet. Daß man den Druck, den der Quetscher auszuüben hat, nach Belieben reguliren kann, je nachdem man Abschnitte von engeren oder weiteren Röhren verwendet, oder die angewendeten Ringe mehr oder weniger gegen die Enden der Lamellen hinausschiebt, versteht sich von selbst, so wie, daß man auch in der Wahl der Breite der Röhrenabschnitte ein Mittel hat, eine stärkere oder minder starke Pressung zu erzielen. Ich glaube durch obige Mittheilung die Zahl der bekannten Quetschhahnformen nicht unnützer Weise um eine vermehrt zu haben, da sich dem Instrumentchen, das bezüglich seiner Leistung den bekannten Formen durchaus gleichkommt, bequeme Handhabung, leichte Instandhaltung und nette Form, gewiß nicht absprechen lassen.

Über die mittlere Temperatur zu Wien, nach 90jährigen Beobachtungen und über die Rückfälle der Kälte im Mai.

Von dem w. M. Dr. C. Jelinek.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 2. November 1866.)

Der reiche Schatz meteorologischer Beobachtungen, welche seit dem Jahre 1775 an der k. k. Sternwarte zu Wien angestellt werden, ist durch meinen geehrten Collegen, Director C. v. Littrow, dem wissenschaftlichen Publicum zugänglich gemacht worden, indem derselbe in fünf Bänden, deren letzter im Sommer des Jahres 1866 die Presse verlassen hat, das meteorologische Tagebuch der k. k. Sternwarte für die Jahre 1775—1855 veröffentlicht hat. Die Beobachtungen der Jahre 1856—1862 finden sich in den Annalen der k. k. Sternwarte abgedruckt.

Ein Zeitraum von 90 Jahren (wenn man mit dem Jahre 1864 abschließt), ist wohl zu einem Rückblicke auf das gewonnene Beobachtungsmaterial und zur Feststellung der Normalwerthe, um welche die Erscheinungen der einzelnen Jahre oscilliren, aufzufordern geeignet.

Mit freundlicher Zustimmung von Seite des Herrn Directors von Littrow habe ich dieses umfangreiche Materiale nach zwei Seiten hin bearbeitet, nämlich einerseits die Monatmittel der Temperatur, andererseits die normalen Tagesmittel der Temperatur für die oben bezeichnete Periode abgeleitet.

Beide Arbeiten könnten beim ersten Anblicke überflüssig erscheinen, indem die Monatmittel der Temperatur für die Jahre 1775—1834 von Kottinger in den Annalen der k. k. Sternwarte XV. Band, S. XX—XXV, für die Jahre 1822—1841 von Dr. J. Stark in denselben Annalen XXII. Theil, S. XXIII—XXVIII, jene für die folgenden Jahre theils in verschiedenen Jahrgängen der Annalen, theils in lithographirten Jahres-Übersichten, theils in Littrow's Kalender veröffentlicht sind und andererseits das Jahrbuch der k. k. Central-Anstalt im I. Bande, S. 46 und 47 eine von dem Vice-

director der k. k. Central-Anstalt Herrn Karl Fritsch verfaßte Zusammenstellung der mittleren Monatstemperaturen vom Jahre 1775 bis zum Jahre 1850 enthält.

Vergleicht man aber diese Zusammenstellungen, so stoßt man auf den Übelstand, der die Arbeiten der rechnenden Meteorologie häufig so unangenehm macht, daß die an verschiedenen Orten gegebenen Zahlen unter einander nicht übereinstimmen und man daher nicht weiß, für welche man sich zu entscheiden hat. Die im I. Bande der Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus gegebenen Zahlen leiden ferner an dem Übelstande, daß an die Mittel gewisse Correctionen angebracht sind, der Betrag derselben aber nicht zweifellos bekannt ist [1]).

Unter diesen Umständen hielt ich es für nothwendig, bei einer Fundamentalstation von der Bedeutung Wiens, keine Unsicherheit übrig zu lassen. Es wurden demnach die Monatmittel der Temperatur für die ältere Periode 1775—1828 ganz neu berechnet, jene der neueren Zeit, welche zumeist ganz richtig befunden wurden, in den Fällen einer Divergenz zwischen den Annalen und dem Jahrbuche der Central-Anstalt revidirt, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß zur Zeit, als diese Revision vorgenommen wurde, der V. Band der „meteorologischen Beobachtungen an der Wiener Sternwarte“ noch nicht erschienen war und daher die Revision mittelst der früher erschienenen lithographirten Hefte vorgenommen werden mußte.

Die Beobachtungsstunden in dieser 90jährigen Reihe waren:

von 1775 bis 1836: 8 Uhr Morgens, 3 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends;

von 1837 bis 1846: 8 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends;

von 1847 bis 1864: 6 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends.

---

1) Die Bemerkung auf S. 37 des I. Bandes der Jahrbücher der Central-Anstalt bezieht sich nur auf Correctionen, welche an die Minima der Temperatur angebracht worden sind. Aus der Vergleichung der Zahlenwerthe der Annalen und des Jahrbuches fand ich, daß im Jahrbuche folgende Correctionen an die Angaben der Annalen angebracht worden sind:

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1828—1846	—0·07	—0·15	—0·24	—0·37	—0·45	—0·44	—0·36	—0·31	—0·14	—0·16	—0·14	+0·01
1847—1850	—0·06	—0·10	—0·01	+0·18	+0·28	+0·25	+0·27	+0·27	+0·22	—0·06	—0·09	—0·08

Die Untersuchung des täglichen Temperaturganges zu Wien in den Jahren 1853—1863 hat gezeigt, daß man an die aus den vorstehenden Combinationen gewonnenen Mittel folgende Correctionen anzubringen hat, um dieselben auf wahre (24stündige) Mittel zu reduciren:

Combination 20^h 3^h 10^h.

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·11	—0·11	—0·18	—0·32	—0·39	—0·42	—0·35	—0·31	—0·30	—0·20	—0·08	—0·06

Combination 20^h 2^h 10^h.

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·13	—0·12	—0·16	—0·27	—0·34	—0·34	—0·29	—0·26	—0·29	—0·23	—0·11	—0·09

Combination 18^h 2^h 10^h.

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·09	—0·06	+0·07	+0·18	+0·22	+0·19	+0·25	+0·25	+0·15	+0·01	—0·06	—0·09

In Tafel I sind die uncorrigirten einfachen Mittel, in Tafel II die nach Anbringung der eben erwähnten Correctionen erhaltenen Mittel gegeben, wobei die Mittel von 10 zu 10 Jahren gezogen wurden, um allfällige Änderungen des Klima's von Wien leichter übersehen zu können;

Tafel III enthält die Abweichungen der einzelnen Monatmittel von dem Durchschnitte der 90 Jahre;

Tafel IV die (24stündigen) Monatmittel der Temperatur, wie sie sich nach den Beobachtungen an der k. k. Central-Anstalt ergaben, und

Tafel V die Temperaturdifferenzen zwischen der Sternwarte und der Central-Anstalt. Wollte man daher die aus den 90jährigen Beobachtungen an der Sternwarte erhaltenen Temperaturen auf das Locale der Central-Anstalt beziehen, so hätte man folgende Correctionen an die Monatmittel anzubringen:

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·02	+0·02	—0·03	0·00	—0·07	—0·09	—0·17	—0·14	—0·12	—0·04	+0·05	+0·03

und hiermit erhielte man folgende

90jährige Temperaturmittel bezogen auf das Locale der k. k. Central-Anstalt:

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—1·35	+0·53	3·51	8·16	12·54	15·14	16·44	16·10	12·66	8·33	3·43	0·20

Jahresmittel 7·97 R.

Wir übergehen nun zu der Berechnung des normalen Temperaturganges im Laufe des Jahres.

Dove theilt im VI. Hefte der „preußischen Statistik" auf S. 6—17 die mittleren Tagestemperaturen für 34 Orte mit. Die dort gegebenen Zahlen sind einfache Durchschnittszahlen aus mehreren Jahren. Die geringste Anzahl von Jahren wurde der Berechnung bei Wladimir zu Grunde gelegt (12 Jahre), die größte bei Berlin, nämlich 110 Jahre. Unter diesen 34 Stationen befindet sich auch Wien, und es ist für dasselbe ein Durchschnitt aus 24 Jahren gegeben [1]), von welchem aber Dove selbst sagt, daß die Werthe für Wien zu niedrig erscheinen.

Ich erachtete es daher für wünschenswerth, die von Dove für Wien aufgenommenen Zahlenangaben durch richtigere zu ersetzen. Nachdem die Tagesmittel der Temperatur für Wien vom Jahre 1848 bis 1864 (theils für die Sternwarte, theils für die Central-Anstalt) bereits berechnet vorlagen, ließ ich noch die Tagesmittel für die 73 Jahre 1775—1847 neu berechnen. Von den 90 Jahresreihen, welche man auf diese Weise erhielt, wurden je 10 Jahre in ein Mittel zusammengefaßt, welches sammt dem Hauptmittel in Tafel VI mitgetheilt wird. Die 10- und 90jährigen Mittel der Tafel VI sind nicht mehr unmittelbare Beobachtungszahlen, sondern es wurden an die letzteren Correctionen angebracht, einerseits um die Tagesmittel, die aus den oben angeführten Combinationen (20^h 3^h 10^h, 20^h 2^h 10^h und 18^h 2^h 10^h) abgeleitet wurden, auf 24stündige Mittel — andererseits, weil die Tagesmittel vom September 1852 angefangen den Beobachtungen der Central-Anstalt entlehnt wurden, dieselben auf das Locale der Central-Anstalt zu beziehen.

Da diese Arbeit schon vor längerer Zeit begonnen wurde, so sind die dabei benützten Correctionen nicht genau dieselben, wie jene, welche oben S. 3 mitgetheilt wurden; namentlich wurde angenommen als

Reduction der Tagesmittel auf 24stündige Mittel:
Combination 20^h 3^h 10^h

a)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·10	—0·09	—0·15	—0·33	—0·38	—0·35	—0·33	—0·35	—0·32	—0·18	—0·07	—0·05

[1]) Aus Pilgram's „Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde". Wien 1788 (S. 11—50).

b)

Combination 20ʰ 2ʰ 10ʰ

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·13	—0·11	—0·17	—0·33	—0·38	—0·36	—0·29	—0·32	—0·35	—0·23	—0·11	—0·09

c)

Combination 18ʰ 2ʰ 10ʰ

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·09	—0·06	+0·07	+0·21	+0·25	+0·20	+0·28	+0·30	+0·18	+0·02	—0·06	—0·08

und als

Reduction: Central-Anstalt — Sternwarte.

d)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·02	+0·03	—0·02	—0·02	—0·10	—0·14	—0·18	—0·18	—0·14	—0·04	+0·05	+0·01

für die Periode 1775—1834 gelten die beiden Correctionen *a)* und *d)*, also

A)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·12	—0·06	—0·17	—0·35	—0·48	—0·49	—0·51	—0·53	—0·46	—0·22	—0·02	—0·04

für die Jahre 1835 und 1836 die Correctionen *A)*, für die Jahre 1837—1844 die Correctionen *b)* und *d)*, oder zusammen

B)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·15	—0·08	—0·19	—0·35	—0·48	—0·50	—0·47	—0·50	—0·49	—0·27	—0·06	—0·08

somit für die 10jährige Periode 1835—1844 die Correctionen $\frac{2A+8B}{10}$ oder

C)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·14	—0·08	—0·19	—0·35	—0·48	—0·50	—0·48	—0·51	—0·48	—0·26	—0·05	—0·07

für die beiden Jahre 1845 und 1846 gelten die Correctionen *b)* und *d)* (oder *B*), für die Zeit vom Jänner 1847 bis August 1852, in welcher Zeit Tagesmittel aus den um 18ʰ 2ʰ 10ʰ angestellten Beobachtungen der Wiener Sternwarte benützt wurden, die Correctionen *c)* und *d)*, oder zusammen

D)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·11	—0·03	+0·05	+0·19	+0·15	+0·06	+0·10	+0·12	+0·04	—0·02	—0·01	—0·07

für die Zeit vom September 1852 bis December 1854, in welcher Mittel von der Central-Anstalt, aber aus 18ʰ 2ʰ 10ʰ benützt wurden, die Correctionen *c)*, so daß für die 10jährige Periode 1845—1854 vom Jänner bis August die Correctionen nach der Formel

$$\frac{2B + 6D + 2c}{10}$$

vom September bis December nach der Formel

$$\frac{2B + 5D + 3c}{10}$$

zu berechnen sind, und man folgende Correctionen für 1845—1854 erhält:

E)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·11	—0·05	+0·01	+0·09	+0·04	—0·02	+0·02	+0·03	—0·02	0·06	—0·04	—0·07

In dem letzten Decennium sind sämmtliche Tagesmittel den Beobachtungen an der Central-Anstalt entnommen, mit dem einen Unterschiede, daß die Mittel des Jahres 1855 aus der Combination 18^h 2^h 10^h berechnet, während die Tagesmittel der übrigen Jahre 1856—1864 bereits 24stündige Mittel sind. Für die letzte 10jährige Periode 1855—1864 sind daher die Correctionen nach der Formel

$$\frac{1}{10}c$$

zu berechnen, welche gibt:

F)

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
—0·01	—0·01	+0·01	+0·02	+0·02	+0·02	+0·03	+0·03	+0·02	0·00	—0·01	—0·01

Faßt man diese Resultate in eines zusammen, so gelten

für 1775—1834 die Correctionen *A)*,
„ 1835—1844 „ „ *C)*,
„ 1845—1854 „ „ *E)*,
„ 1855—1864 „ „ *F)*,

so daß man durch Anbringung dieser Correctionen mit entgegengesetzten Zeichen jeden Augenblick die ursprünglichen Zahlen wieder herstellen kann. Um zu erkennen, zwischen welchen Grenzen die Tagesmittel schwanken, sind noch zwei mit Maximum und Minimum überschriebene Doppelspalten hinzugefügt worden, welche zeigen, welchen höchsten und welchen tiefsten Werth [1] das Tagesmittel im Laufe dieser 90 Jahre erreicht hat und in welchem Jahre dies der Fall war.

---

[1]) Diese Werthe sind uncorrigirt, da es wohl allzu viele Mühe verursacht hätte, jedes der 32.872 Tagesmittel einzeln zu corrigiren.

Die äußersten Grenzen, innerhalb deren sich die Tagesmittel bewegten, waren in den einzelnen Monaten folgende:

	Maximum			Minimum			Größe der Schwankung
	Temp.	Tag	Jahr	Temp.	Tag	Jahr	
Jänner	11·4	25.	1834	−16·0	22.	1850	27·4
Februar	10·6	26.	1807	−13·9	28.	1785	24·5
März	14·9	23.	1836	− 9·3	1.	1808	24·2
April	19·8	{29. {30.	1800 1818	− 1·8	3.	1799	21·6
Mai	21·7	21.	1797	+ 2·2	2.	1786	19·5
Juni	23·8	17.	1811	+ 6·7	1.	1793	17·1
Juli	25·6	8.	1819	+ 8·8	{12. {27.	1850 1825	16·8
August	24·8	12.	1802	+ 8·4	29.	1827	16·4
September . . .	21·8	6.	1834	+ 5·0	21.	1827	16·8
October . . .	16·5	2.	1856	− 1·7	31.	1836	18·2
November . . .	13·3	17.	1840	− 9·0	27.	1849	22·3
December . . .	12·8	3.	1779	−16·2	25.	1798	29·0
Jahr	25·6	8. Juli	1819	−16·2	25. Dec.	1798	41·8

Den Impuls zu der directen Auswerthung der Temperaturmittel der einzelnen Jahrestage aus längeren Beobachtungsreihen hat vorzüglich Mädler [1]) gegeben, indem er auf diese Weise die so häufig auftretenden Rückfälle der Kälte im Mai näher zu bestimmen und deren Ursache zu erforschen suchte.

Bemerkenswerth ist, daß Mädler nicht blos in der ersten Hälfte des Mai eine Störung des regelmässigen Temperaturganges fand, sondern daß solche sprungweise Änderungen sich auch für andere Zeiten des Jahres herausstellten. Um zu beurtheilen, in wieferne diese Anomalien rein localer Art oder der zur Berechnung benützten Periode von Jahren eigenthümlich sind, stelle ich im Nachfolgenden alle Temperaturänderungen zwischen zwei unmittelbar auf einanderfolgenden Tagen, wenn dieselben 0°4 (Réaumur) erreichen oder übersteigen, für die drei längsten Beobachtungsreihen, für welche die Tagesmittel der Temperatur abgeleitet sind (Berlin 110, Wien 90, Bern 82 Jahre) zusammen. Das Zeichen + bedeutet ein Steigen, das Zeichen — ein Fallen der Temperatur.

---

[1]) In den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in Preußen, und in Schumacher's Jahrbuch für 1843, S. 70.

Anomale Temperaturänderungen im Jahre.

Datum	Berlin	Wien	Bern	Datum	Berlin	Wien	Bern
8.—9. Jänn.	—0·50	—	—	16.—17. Juni	—	—	—0·50
10.—11. „	—	+0·45	+0·53	17.—18. „	—0·67	—	—
14.—15. „	—	—	+0·40	19.—20. „	+0·42	+0·49	—
23.—24. „	—	+0·66	—	20.—21. „	—0·57	—	—
24.—25. „	+0·59	—	—	26.—27. „	+0·56	—	—
25.—26. „	—	—0·54	—	17.—18. Juli	—	—	+0·46
26.—27. „	—	—	+0·60	18.—19. „	—	—	—0·41
30.—31. „	—	—	—0·88	15.—16. Aug.	—	—	—0·62
5.—6. Febr.	—	—	+0·40	16.—17. „	—	—0·54	—
19.—20. „	+0·40	—	—	31. Aug. bis			
20.—21. „	—	+0·69	—	1. Sept.	—	—	—0·40
21.—22. „	—	—	+0·50	8.—9. Sept.	—	—	—0·41
23.—24. „	—	+0·44	—	11.—12. „	—	—0·51	—
7.—8. März	—	—	—0·51	18.—19. „	—0·40	—	—
9.—10. „	—	—	+0·44	19.—20. „	—	—0·82	—0·57
12.—13. „	—	+0·42	—	27.—28. „	—0·71	—	—
16.—17. „	—	+0·45	—	2.—3. Oct.	—	—	—0·59
26.—27. „	+0·48	—	—	3.—4. „	—	—0·44	—
28.—29. „	—	+0·45	—	9.—10. „	—0·43	—0·72	—
29.—30. „	+0·41	—	—	12.—13. „	—	—	—0·41
6.—7. April	—	+0·62	—	13.—14. „	—	—0·58	—
19.—20. „	—	+0·46	—	15.—16. „	—	—	—0·40
21.—22. „	+0·63	—	+0·46	22.—23. „	—0·52	—	—
24.—25. „	—	+0·48	—	29.—30. „	—	—	—0·51
1.—2. Mai	—	—	+0·51	5.—6. Nov.	—0·48	—0·49	—
6.—7. „	—	+0·72	—	8.—9. „	—	—	—0·50
10.—11. „	—0·53	—	—	9.—10. „	—	—	—0·54
11.—12. „	—	+0·55	+0·41	19.—20. „	—	—0·42	—
13.—14. „	+0·67	—	—	25.—26. „	—	—	—0·42
16.—17. „	—	—	+0·42	3.—4. Dec.	—	—	—0·53
19.—20. „	+0·63	—	—	5.—6. „	—0·41	—	—
28.—29. „	—	—	+0·56	6.—7. „	—	—	—0·50
31. Mai bis				10.—11. „	—	—0·78	—
1. Juni	+0·62	+0·70	—	23.—24. „	—	—	—0·41
1.—2. Juni	+0·57	—	—	24.—25. „	—	—	—0·46
2.—3. „	—	+0.41	—	25.—26. „	—	—	—0·51
4.—5. „	—0·43	—	—	30.—31. „	—0·70	—	—
7.—8. „	—	—	+0·48	31. Dec. bis			
10.—11. „	+0·59	—	—	1. Jänn.	—	—	—0·60

Wenn es in der vorhergehenden Zusammenstellung auch manche Daten gibt, wo an einem Orte ein Steigen oder Fallen der Temperatur über 0°40 hinaus stattfindet, ohne daß demselben eine gleiche Änderung an den anderen zwei Stationen entspricht, so darf man nicht vergessen, daß Änderungen unter 0°40 in diese Zusammenstellung nicht aufgenommen worden sind und daß daher auch für die erwähnten Daten eine parallele Bewegung der Temperatur statt-

finden kann und in den meisten Fällen auch wirklich stattfindet. Abgesehen hiervon enthält aber selbst die obige Zusammenstellung mehrere Fälle, wo der übereinstimmende Gang der Temperatur an zweien der betrachteten Stationen oder an allen dreien auffällig ist.

Für Wien sind in dem jährlichen Temperaturgange die aus der Rechnung sich ergebenden auffallendsten Anomalien:

1. Ein Sinken der Temperatur um 0·82 vom 19. zum 20. September;
2. ein Sinken der Temperatur um 0·78 vom 10. zum 11. December;
3. ein Steigen der Temperatur um 0·72 vom 6. zum 7. Mai;
4. ein Sinken der Temperatur um 0·72 vom 9. zum 10. October;
5. ein Steigen der Temperatur um 0·70 vom 1. bis 2. Juni (um so bedeutsamer, als in den nächsten 24 Stunden wieder ein Steigen um 0·41 stattfindet);
6. ein Steigen der Temperatur um 0·69 vom 20. zum 21. Februar;
7. ein Steigen der Temperatur um 0·66 vom 23. zum 24. Jänner.

Zwar kein plötzlicher Sprung, aber ein entschiedener Rückgang findet vom 13. bis 19. Juni statt, in welcher Zeit die Temperatur von 15·71 bis 14·69, also um mehr als 1 Grad abnimmt. In Berlin findet sich derselbe Rückgang in der Zeit vom 16. bis 21. ausgedrückt, (Abnahme der Temperatur von 14·31 bis 13·54), in Bern vom 15. bis 19. (Temperaturabnahme von 12·11 bis 11·37), in Breslau (70jährige Beobachtungen) vom 11. bis 19. (Temperaturabnahme von 13·65 bis 12·47). Diese Temperaturabnahme im Juni scheint mir viel sicherer constatirt zu sein, als jene im Mai. Wenn demungeachtet die letztere die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, so mag dies in den verschiedenen Vegetationsverhältnissen liegen. Während Rückfälle im Mai die Temperatur leicht auf den Eispunkt herabbringen und der Vegetation (insbesondere der Obstblüthe) großen Schaden zufügen können, wirkt eine ähnliche Abkühlung im Juni, bei welcher das Thermometer immer mehrere Grade über dem Nullpunkte bleibt, nicht so verderblich, höchstens können die Landregen, die wohl die wahre Ursache dieser Temperaturdepression sind, auf die Heuernte schädlich einwirken.

Es gibt noch eine andere Art und Weise, die Unregelmässigkeiten im jährlichen Temperaturgange zu betrachten, nämlich indem man die aus den Beobachtungen abgeleiteten einfachen Mittel mit einem normalen jährlichen Gange der Temperatur vergleicht, wie er nach Entfernung der zufälligen Unregelmässigkeiten mittelst der Rechnung sich darstellt.

Das theoretisch Richtigste ist wohl die Constanten der Bessel'schen Formel zu berechnen und in der Entwickelung der Glieder derselben so weit zu gehen, daß die Unterschiede zwischen den berechneten Resultaten und den durch die Beobachtung gegebenen Zahlen mit Rücksicht auf die Dauer der Beobachtungen als zufällige betrachtet werden können. Monatmittel sind, wo größere Genauigkeit erstrebt wird, bei einer solchen Untersuchung nicht zu verwenden. Die fünftägigen Mittel hat man nur in einigen wenigen Fällen dazu benützt, weil die Theilung des Jahres in 73 Perioden für die Rechnung nicht sehr bequem ist. Noch weniger hat man den Versuch gemacht, die 365 Tagesmittel der Rechnung zu Grunde zu legen.

In neuester Zeit hat Herr Dr. Prestel in Emden [1]) auf eine von Meermann in Frankfurt vor längerer Zeit angegebene Methode aufmerksam gemacht, die sich durch große Einfachheit und Bequemlichkeit auszeichnet. Sie beruht darauf, statt des einfachen Mittels für irgend einen Tag das Mittel aus diesem, den 15 vorhergehenden und 15 nachfolgenden Tagen (im Ganzen also aus 31 Tagen) zu substituiren, also z. B. statt des Barometerstandes für den 20. Jänner den mittleren Barometerstand der 31 Tage vom 5. Jänner bis 4. Februar (incl.) zu setzen. Es ist klar, daß die Zahl der benützten Tage nicht 31 sein muß, sondern im Allgemeinen eine ungerade Zahl $2k+1$, so daß man statt eines Mittels

$$M_n$$

das Mittel aus den Größen

$$M_{n-k},\ M_{n-k+1}\ \ldots\ M_{n-1},\ M_n,\ M_{n+1}\ \ldots\ M_{n+k-1},\ M_{n+k}$$

substituirt.

---

[1]) Dr. M. A. Prestel: Die periodischen und nicht periodischen Veränderungen des Barometerstandes, sowie die Stürme und das Wetter an der Hannoveranischen Nordseeküste als Grundlage der Sturm- und Wetter-Prognose. Emden, 1866.

Unabhängig von Meermann hat Herr Bloxam bei der Berechnung des normalen jährlichen Temperaturganges zu Newport [1]) dieselbe Methode angewendet. Bloxam wählt jedoch nicht eine ungerade, sondern eine gerade Zahl von auf einanderfolgenden Daten, vereinigt sie in ein Mittel und wendet auf die so erhaltenen Zahlen das Verfahren ein zweites Mal an. Indem er zu der eben erwähnten geraden Zahl die Zahl 10 wählt, wird die Division so zu sagen erspart und die Rechnung außerordentlich einfach.

Im Allgemeinen, wenn man nach Bloxam's Methode anstatt eines meteorologischen Datums M_n (sei es nun mittlere Temperatur, mittlerer Barometerstand oder ein anderes Tagesmittel) ein verbessertes Mittel substituiren will, nimmt man zuerst die Summe der $2k$-Glieder

$$(1)\quad M_{n-2k+2}+M_{n-2k+1}+\ .\ .\ .\ +M_{n-1}+M_n$$

Hierauf bildet man (mit Einschluß der eben aufgeschriebenen Summe) $2k$ solche Summen

$$(2)\quad M_{n-2k+2}+M_{n-2k+3}+\ .\ .\ .\ +M_n+M_{n+1}$$

$$(3)\quad M_{n-2k+3}+M_{n-2k+4}+\ .\ .\ .\ +M_{n+1}+M_{n+2}$$

. . . .

$$(2k)\quad M_n+M_{n+1}+\ .\ .\ .\ +M_{n+2k-2}+M_{n+2k-1}$$

Die Summe dieser $2k$ Ausdrücke gibt

$$M_{n-2k+1}+2M_{n-2k+2}+3M_{n-2k+3}+\ .\ .\ .\ +2kM_n+\ .\ .\ .$$
$$.\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ +2M_{n+2k-2}+M_{n+2k-1}$$

Diesen Ausdruck, aus $4k-1$ Gliedern bestehend, hat man durch $3k^2$ zu dividiren und den Quotienten anstatt M_n zu setzen. Das Verfahren kommt also darauf hinaus $4k-1$ Glieder in eines zu vereinigen, jedoch bei Bildung des Mittels dem mittelsten Gliede das Gewicht $2k$, den beiden angrenzenden Gliedern das Gewicht $2k-1$ und so den anderen Gliedern immer um 1 abnehmende Gewichte zu geben. Setzt man, wie dies Bloxam bei der praktischen Anwendung seiner Methode thut, $k=5$ so ist anstatt irgend eines Mittels M_n der Ausdruck

$$\frac{1}{100}\left(M_{n-9}+2M_{n-8}+3M_{n-7}\ .\ .\ .\ +10M_n+\ .\ .\ .\ +M_{n+9}\right)$$

zu setzen.

Nach dieser Methode vorgehend, habe ich den in Tafel VII angeführten jährlichen Gang der Temperatur zu Wien erhalten.

---

[1]) Bloxam: On the Meteorology of Newport. 2d edit. 1860. — Temperature at Greenwich and at Newport. Proceedings of the british meteorological Society Vol. III, p. 8—9.

Die Rückfälle, welche in den aus den unmittelbaren Beobachtungen folgenden Mitteln selbst bei einer 90jährigen Reihe nicht so selten waren, sind nun fast ganz verschwunden. Eine schwache Spur zeigt sich im Juni, wo die Temperatur am 17. und 18. von 15·20 auf 15·19 zurückgeht.

Betrachtet man nun den durch Tafel VII gegebenen Temperaturgang als den normalen, so kann man mit demselben die durch die unmittelbare Beobachtung erhaltenen Zahlen vergleichen und die Unterschiede als Unregelmässigkeiten oder Störungen betrachten. Das Resultat dieser Vergleichung zeigt die Tafel VIII.

Die Zeichen dieser Tafel sind so zu verstehen, daß das Zeichen + gilt, wenn die unmittelbare Beobachtung eine Temperatur gibt, welche höher ist als das Normalmittel, das Zeichen —, wenn die wirklich beobachtete Temperatur unter der normalen zurückbleibt.

Als die bedeutendsten der vorhin erwähnten Unregelmässigkeiten oder Störungen stellen sich folgende heraus:

1. Eine Temperaturdepression um 0·56 R. am 1. Juni,
2. „ „ „ „ 0·54 „ „ 20. Februar,
3. „ Temperaturerhöhung um 0·53 am 13. Juni,
4. „ Temperaturdepression um 0·51 am 19. Juni,
5. „ Temperaturerhöhung um 0·47 am 28. Jänner,
6. „ „ „ 0·46 „ 18. September,
7. „ „ „ 0·45 „ 25. Juni,
8. „ „ „ 0·44 „ 26. Februar,
9. „ „ „ 0·43 „ 8. Mai (bemerkenswerther, weil auch der folgende Tag — der 9. Mai eine Temperaturerhöhung um 0·37 zeigt).
10. Eine Temperaturdepression um 0·41 am 6. Jänner.

Bemerkenswertk ist, daß während sich eine auffallende Temperaturerhöhung am 8 und 9. Mai kundgibt, die erwartete Depression um den 10. bis 14. Mai herum durch die Rechnung (insoweit Abweichungen die 0·40 R. nicht übersteigen, unberücksichtigt geblieben sind) nicht bestätigt wird [1]).

---

[1]) Es ist deßhalb nicht nothwendig die Folge, daß diese Depression nicht existire, sondern es genügt zur Erklärung der eben angeführten Thatsache, wenn die Epoche des Eintretens der Abkühlung keine feststehende ist, sondern sich von einem Jahre zum andern etwas verschiebt.

Doch wenden wir uns nun zu der eingehenderen Betrachtung dieser ziemlich allgemein als festgestellt angenommenen Temperaturdepression im Mai.

Bekanntlich wurden von verschiedenen Seiten verschiedene Erklärungen des Phänomens versucht.

Erman in Berlin [1]) hat die Hypothese aufgestellt, daß die verminderte Temperatur um diese Zeit Folge einer direct verminderten solaren Wirkung sei, veranlaßt durch die um diese Zeit zwischen Erde und Sonne hindurchgehenden Sternschnuppenschwärme.

In neuester Zeit [2]) hat Ch. Sainte-Claire-Deville sich mit den periodischen Störungen der Temperatur in den vier Monaten Februar, Mai, August und November beschäftigt. Die Anregung hiezu hat eine Arbeit Petit's [3]) gegeben, welcher aus fünfjährigen Beobachtungen zu Toulouse auf eine Temperaturdepression in den Monaten Februar und Mai und eine Temperaturerhöhung in den Monaten August und November schließen wollte. In Bezug auf die erstere Erscheinung schloß sich Petit der Hypothese Erman's an, die zweite (Temperaturerhöhung im August und November) erklärte er in Consequenz derselben Hypothese durch eine verminderte Wärmestrahlung der Erde, indem die Sternschnuppen, welche zu dieser Zeit die Erde umschwärmen, gewissermaßen als Schirm die Wärmestrahlen zurückhalten und reflektiren. Ch. Sainte-Claire-Deville untersucht die meteorologischen Beobachtungen von Paris (1806 bis 1863), die er auf verschiedene Weise in einzelne Perioden zerlegt, in Bezug auf die Störungen der Temperatur in den vier genannten Monaten. Ohne sich direct der Hypothese Erman's oder den Ansichten Petit's anzuschließen, sucht er die Gleichzeitigkeit der vorzüglichsten Temperaturstörungen mit den durch die Häufigkeit der Sternschnuppen ausgezeichneten Epochen festzustellen, aus welcher Gleichzeitigkeit sich eine Wahrscheinlichkeit für den Einfluß dieser Körper ergeben soll. Da die Beobachtungen Coulvier Gravier's ein Maximum des November-Phänomens für die Jahre 1832—1833 und ein anderes Maximum für das August-Phänomen in den Jahren 1847—1848 ergeben, so untersucht Deville das Verhalten der

[1]) Astronomische Nachrichten. Band 16.

[2]) Comptus rendus Tome LX, p. 577 und 696, T. LXI, p. 5, 61 und 350, T. LXII p. 1149 und 1209.

[3]) Annales de l'Observatoire de Toulouse T. I p. 232.

Temperatur in den beiden 10jährigen Perioden 1829—1839 und 1843—1853, welche die angeführten beiden Maxima der Sternschnuppenerscheinungen in sich schließen. In beiden Fällen ergibt sich eine auffallende Temperaturverminderung um den 12. Februar und eine (jedoch für 1843—1853 wenig merkbare) Depression um den 12. Mai.

Indem Deville die beiden zehnjährigen Perioden unter einander vergleicht, findet er auffallende Gegensätze in allen vier Monaten Februar, Mai, August und November. Deville vergleicht ferner noch mehrjährige Beobachtungen zu Brüssel, Versailles, Toulouse (24 Jahre), St. Louis (Senegal, 8 Jahre), St. Helena (7 Jahre), Hobart-Town (8 Jahre), Papeete (Tahiti 3 Jahre), Nossi-Bé (kleine Insel unter 13°23 südlicher Breite, Beobachtungen durch 6 Jahre), Calcutta (7 Jahre), Georgetown (Demerara, 11 Jahre) und Madras (4 Jahre). In vielen Fällen zeigen sich die Unregelmässigkeiten, auf welche Deville aufmerksam macht, in anderen dagegen nicht und in manchen Fällen (wie z. B. im Mai zu Hobart-Town und Papeete) sind die Bewegungen geradezu entgegengesetzt. Außerdem finden sich, wenn die oben erwähnten 10jährigen Perioden in kleine Intervalle von drei Jahren zerlegt werden, zwischen den Jahren 1831—1833 und 1845—1847, welche dem Maximum des Sternschnuppenphänomens vorhergehen und den Jahren 1834—1836 und 1848—1850, welche demselben folgen, die bedeutendsten Gegensätze. Wie dies mit den Erscheinungen der Sternschnuppen in irgend einen Zusammenhang zu bringen sei, gibt Deville nicht an.

Es ist zu bezweifeln, daß die Zusammenstellungen und Vergleichungen Deville's bei den Meteorologen mehr Eingang finden werden, als die Hypothese Erman's, da einerseits der leitende Gedanke, aus welchem diese Unregelmässigkeiten in den beobachteten Temperaturen erklärt werden könnten, nicht gegeben, andererseits bei der Kürze mancher Beobachtungsreihen auf die den Tagesmitteln inwohnenden Unsicherheiten (insoferne man die Abweichungen in jedem einzelnen Jahre als zufällige betrachtet) keine Rücksicht genommen worden ist. Daß diese Unsicherheiten selbst bei einer 90jährigen Reihe eine ziemlich beträchtliche ist, wird weiter unten §. 17 gezeigt werden. Wenn auch die Temperaturverhältnisse unter oder in der Nähe der Tropen weit constanter sind, als in unseren Breiten, so dürfte die Kürze der betreffenden Beobachtungsreihen diesen Vortheil mehr als aufwiegen.

Mädler spricht sich dahin aus, daß die plötzliche Temperaturerniedrigung im Mai eine Folge des Aufthauens der großen Ströme Nordrußlands, insbesondere der Dwina sei. „Wenn nämlich," sagt Mädler [1]) „große Eis- und Schneemassen rasch aufthauen, so wird aus der ganzen Umgegend, besonders aber von der wärmeren Seite her, warme Luft abgezogen, während kältere Luftschichten ihre Stelle einnehmen. Der Zeitpunkt, wo ein großes, während des langen Winters völlig erstarrtes Stromsystem seine Eisdecke abwirft, ist nothwendig ein Wendepunkt der Witterung für die benachbarten wärmeren Gegenden. Unter den Strömen Nieder-Europa's ist nun aber nur ein einziger, dessen Gebiet eine so bedeutende Ausdehnung zeigt, daß die erwähnte Wirkung sich möglicherweise bis in die mitteleuropäischen Landschaften erstrecken könnte, und dies ist die Dwina. Sechs Monate ist dieser Strom und alle seine Nebengewässer, ein Gebiet von fast 20.000 Quadratmeilen, also der achte Theil von Europa mit Eis belegt, und ungeheure Schneemassen häufen sich in der Landschaft an. Bevor die Eisdecke des Hauptstromes nicht gebrochen ist, finden diese Massen keinen Abzug und dies geschieht (durchschnittlich nach einem Mittel aus 84 Jahren) am 11. Mai bei Archangel, womit zugleich die Lösung der Eismassen des weißen Meeres verbunden ist. Warme Luftströme kann diese Gegend nur von S und SW her erhalten, von hier aus wird also die bei Schmelzung der Massen in den gebundenen Zustand übergehende Wärme abgezogen und kältere Luftströme dringen an ihre Stelle dorthin. Den warmen in der Höhe abziehenden Strom gewahren wir nicht, der kältere entgegengesetzte (von NO her streichende) in die Tiefe herabgedrückte, wird uns dagegen merklich, und dieser ist es, welcher das Fallen der Temperatur um den 11.—12. Mai bewirkt. Hieraus dürfte zugleich klar werden, weßhalb Höhen wenig oder nichts von dieser Kälte empfinden [2]) und ebenso ist es begreiflich, daß an Seeküsten die ausgleichende Wasserfläche sich wirksam erweisen muß."

---

[1]) Schumacher's astronomisches Jahrbuch für 1843. S. 105.

[2]) Die Beobachtungen der Central-Anstalt zeigen jedoch, daß der kalte Luftstrom auch ziemlich hoch gelegene Gegenden nicht verschont. Auf dem 6240 Fuß hohen Jaukenberg hatte man im Mai 1864 Nordstürme mit Kältegraden von —3·5 und —4·0 und in Marienberg (in Tirol Seehöhe 3918 Fuß) und Gastein (Seehöhe 3039 P. Fuß) blieb am 23. Mai 1866 die Temperatur um 6·2 und 7·1 (Réaumur) unter der normalen zurück.

In der Abhandlung „über die Rückfälle der Kälte im Mai“ [1]) spricht sich Dove gegen die eine wie gegen die andere Hypothese aus und findet die Rückfälle der Temperatur im Frühjahre begründet durch große Temperaturgegensätze, die oft nicht in der Richtung von Nord gegen Süd, sondern in seitlicher Richtung zu suchen sind, und zwar ist ein Einbrechen eines kalten Luftstromes im Frühjahr besonders dann zu fürchten, wenn (wie im Jahre 1836 und 1866) in Europa ein milder Winter stattgefunden hat, während in Nordamerika strenge Winterkälte herrschte. Das Einbrechen der Kälte erfolgt dann sehr häufig nicht mit NO, sondern mit NW. Winden und die Kälte schreitet in der Richtung von W. nach O. vor.

Um das durchschnittliche Auftreten der Temperaturerniedrigung im Mai und ihre geographische Verbreitung zu übersehen, stelle ich im Folgenden die Tagesmittel der Temperatur vom 8. bis 16. Mai nach Dove [2]) für die 16 Stationen, von welchen die längsten Beobachtungsreihen vorliegen, zusammen:

Mai	Archangel 34 J.	Mitau 30 J.	Danzig 31 J.	Berlin 110 J.	Breslau 70 J.	Prag 40 J.	Wien 90 J.	Karlsruhe 40 J.
8	3·18	7·1	6·9	10·13	10·22	12·28	12·17	12·34
9	3·24	7·4	7·3	10·26	10·17	12·34	12·23	12·22
10	3·75	7·3	7·5	9·90	9·84	11·71	12·01	11·94
11	3·66	7·4	7·5	9·37	9·74	11·10	11·80	12·16
12	3·96	8·3	7·7	9·12	9·67	11·28	12·35	12·23
13	4·58	8·3	7·6	9·24	9·73	11·81	12·29	11·99
14	5·06	8·2	7·6	9·91	9·59	11·60	12·10	11·75
15	5·14	8·3	7·9	10·15	9·83	11·63	12·47	12·04
16	4·60	8·6	8·3	10·43	10·40	11·83	12·66	12·37

Mai	Bern 82 J.	Genf 35 J.	Udine 40 J.	Utrecht u. Leyden 30 J.	Zwanenburg 30 J.	Harlem 55 J.	London 43 J.	Edinburgh 40 J.
8	8·81	9·42	13·20	9·35	9·37	10·62	8·93	7·40
9	8·91	9·54	13·36	9·53	9·99	10·07	8·44	6·98
10	8·60	9·66	13·60	9·16	9·98	10·03	8·40	7·08
11	8·41	9·77	13·76	9·22	9·87	9·90	8·71	7·31
12	8·82	9·89	13·92	9·24	9·91	9·85	8·58	7·31
13	8·90	10·00	14·08	9·74	10·32	9·83	8·44	7·41
14	8·91	10·11	14·24	10·08	10·73	9·79	8·27	7·25
15	8·66	10·23	14·32	10·31	10·72	10·23	8·84	7·60
16	8·63	10·34	14·48	10·41	10·20	10·72	9·38	8·33

[1]) Abhandlungen der königl. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1856.

[2]) Preussische Statistik VI. Heft. Die Witterungserscheinungen des nördlichen Deutschlands im Zeitraume von 1858 —1863. Berlin, 1864.

Vergleicht man den Gang der Temperatur an den einzelnen Stationen, so findet man noch immer erhebliche Unterschiede, welche zeigen, daß zur Feststellung der Mitteltemperatur eines bestimmten Tages im Jahre auf directem Wege eine sehr lange Beobachtungsreihe erforderlich ist.

Es dürfte wohl mehrfach die Genauigkeit überschätzt werden, mit welcher aus einer vieljährigen Beobachtungsreihe die Mitteltemperaturen der einzelnen Tage im Jahre erhalten werden. Um einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Sicherheit solcher Bestimmungen zu erlangen, habe ich für 12 Tage im Jahre (für den 16. Jänner, 16. Februar u. s. f.) aus der 90jährigen Reihe der Wiener Beobachtungen die mittlere Abweichung eines einzelnen Tagesmittels vom normalen und den mittleren Fehler des letzteren nach den Ausdrücken

$$\sqrt{\frac{\Sigma \varepsilon^2}{n-1}} \qquad \sqrt{\frac{\Sigma \varepsilon^2}{n(n-1)}}$$

berechnet. Das Resultat war folgendes:

mittlere Abweichungen der einzelnen Tagesmittel

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept	Oct.	Nov.	Dec.
4·14	3·63	3·15	3·70	3·18	2·75	2·80	2·48	2·42	2·51	2·50	3·84

mittlere Fehler des normalen Tagesmittels

Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
0·44	0·38	0·33	0·39	0·34	0·29	0·30	0·26	0·26	0·26	0·26	0·40

Wie man sieht, beträgt der mittlere Fehler eines 90jährigen Mittels 0·3 bis 0·4, der wahrscheinliche Fehler 0·2 bis 0·3, so daß also nicht einmal die Zehntegrade, viel weniger also die Hundertel sichergestellt sind. Man dürfte nicht viel fehlen, wenn man annehmen würde, daß für eine andere nicht 90 sondern n-Jahre umfassende Beobachtungsreihe die mittleren Fehler der abgeleiteten Normalwerthe im Verhältniss von $\sqrt{\frac{90}{n}} : 1$ sich ändern würden. Bei einer 30jährigen Beobachtungsreihe dürften sonach die mittleren Fehler der Normaltemperaturen jedes einzelnen Tages zwischen den Grenzen 0·45 und 0·76, bei einer 12jährigen zwischen den Grenzen 0·72 und 1·20 liegen.

Wenn wir die oben mitgetheilten Temperaturen vergleichen, so tritt der Rückfall der Kälte der Intensität nach in folgender Ordnung

auf: in Prag (1°24 R. vom 9. bis 11.), dann in Berlin (1°14 vom 9. bis 12.), Harlem (0°83 vom 8. bis 14.), London (0°66 vom 8. bis 14.), Karlsruhe (0°59 vom 8. bis 14.), Breslau (0°55 vom 8. bis 12.), Bern (0°50 vom 9. bis 11.), Wien (0°43 vom 9. bis 11.), Edinburgh (0·42 vom 8. bis 9.).

Geringe Rückfälle der Temperatur treten noch in Utrecht und Zwanenburg auf, während bei den anderen Stationen keine eigentliche Temperaturerniedrigung stattfindet, obgleich eine merkliche Verzögerung der Temperaturzunahme auch bei ihnen auf ähnliche Einwirkungen schliessen lässt. Dass die Rückfälle der Kälte im Mai an allen Stationen Europa's häufig sind, dürfte ohne weiteren Nachweis als sicher angenommen werden, dass sie in dem langjährigen Durchschnitte nicht deutlicher sich zu erkennen geben, liegt einfach darin, dass die Epoche dieser Rückfälle von einem Jahre zum andern verschieden ist, und Temperaturdepressionen des einen Jahres mit Temperaturerhöhungen eines andern Jahres im Mittel zusammenfallen. Ob die Rückfälle im Mai häufiger sind als in den vorhergehenden Monaten, oder diese letzteren durch ihren Betrag übertreffen, möchte zu bezweifeln sein; was die Temperaturdepressionen im Mai so gefährlich macht und ihnen die allgemeine Aufmerksamkeit zuwendet, ist der Umstand, dass zu dieser Zeit die Vegetation bereits eine entwickelte ist. Je milder der vorangegangene Winter, um so gefährlicher das Eintreten der Kälte im Mai, und diese wirkt um so verderblicher, je später sie im Monate (wie z. B. im heurigen Jahre 1866) auftritt. Aus eben diesem Grunde werden Gebirgsgegenden, in denen der Mai ohnedies zumeist rauh und die Vegetation nicht so weit entwickelt ist, minder hart, als die Ebenen oder die in der Thalsohle liegenden Gegenden betroffen, wobei in dem letzteren Falle noch das Abfliessen der erkälteten Luft von den Abhängen in die tiefer liegende Thalsohle mitwirkt.

Um zu sehen, in welchen Jahren starke Temperaturerniedrigungen im Mai beobachtet wurden, welche die Vertheilung derselben innerhalb dieses Monates und welcher der Betrag der Depression in den einzelnen Jahren ist, habe ich die Abweichungen der einzelnen Maitage in allen 90 Jahren vom Normalmittel gebildet und in der Tafel IX alle jene Tage zusammengestellt, an welchen das Tagesmittel der Temperatur um 5 oder mehr Grade Réaumur unter dem normalen zurückblieb.

Im Ganzen sind es 54 (mit Einschluss des Jahres 1866, 55) Jahre, in welchen dies der Fall war. Es sind überall die zu den fixen Beobachtungsstunden angestellten Thermometerstände angeführt, vom Jahre 1831 angefangen auch der Stand des Minimum-Thermometers.

Die Grenze, welche ich oben festgesetzt, indem ich Temperaturabweichungen unter 5 Grad unberücksichtigt lasse, ist wohl eine willkürliche, indessen dürfte sie sich durch die Betrachtung rechtfertigen lassen, dass kleinere Temperaturabweichungen als 5 Grade wohl von keinen für die Pflanzenwelt schädlichen Wirkungen begleitet sind, und überhaupt nicht so lebhaft empfunden werden.

Wenn es sich darum handelt, die einzelnen Jahre hinsichtlich der Temperaturdepression unter einander zu vergleichen, wird weder die Zahl der kalten Tage (Tage, deren negative Abweichung numerisch größer als 5° ist), noch das erreichte Temperatur-Minimum maßgebend sein, sondern man wird einen beide Momente zugleich berücksichtigenden Maßstab wählen müssen. Was nun die Größe der Temperaturdepression anbelangt, so lehrt die Erfahrung, dass die Wirkungen derselben auf das Befinden sowohl des Menschen als der Pflanzen mit der Größe der Temperaturdepression zunehmen, aber wohl kaum im einfachen directen, sondern in irgend einem anderen unbekannten Verhältnisse. Ich habe — gleichfalls willkürlich — die Wirkung der Temperaturdepression durch das Quadrat der negativen Abweichung, und den Rang, den ein bestimmtes Jahr in der Reihe der Jahre mit Temperaturrückfällen im Mai einnimmt, durch die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Normalmittel zu schätzen gesucht. Es enthält deßhalb die Tafel IX in ihrer letzten Columne die „Summe der Quadrate der Temperaturabweichungen.“

Um zu erkennen, in welchem Theile des Monates Mai vorzugsweise solche Rückfälle der Temperatur auftreten, wurden die in Tafel IX enthaltenen Abweichungen nach den einzelnen Monatstagen gruppirt und für jeden Monatstag die Summe der Quadrate der Abweichungen gebildet. Das Resultat war folgendes:

Monatstag	Zahl der kalten Tage	Summe der Quadrate der Abweichungen	Monatstag	Zahl der kalten Tage	Summe der Quadrate der Abweichungen
1.	4	212	17.	5	238
2.	4	178	18.	7	255
3.	5	273	19.	5	208
4.	4	179	20.	5	158
5.	6	220	21.	4	196
6.	5	202	22.	4	171
7.	6	175	23.	6	268
8.	4	145	24.	8	372
9.	4	221	25.	3	144
10.	6	202	26.	5	138
11.	6	319	27.	4	185
12.	8	351	28.	4	174
13.	7	231	29.	3	96
14.	6	217	30.	2	67
15.	3	89	31.	5	194
16.	3	162			

Man findet in dieser Tafel deutlicher als in den normalen Tagesmitteln der Temperatur das häufige Eintreten stärkerer Temperaturdepressionen am 11. und 12. Mai ausgesprochen. Ausser diesen Tagen finden wir aber noch am 23. und 24. Mai (den verhängnißvollen Frosttagen des Jahres 1866) ein bedeutendes Ansteigen der Quadratsumme der Temperaturabweichungen, so zwar, daß diese Summe für den 24. Mai den größten Werth (372) überhaupt erreicht. Noch ein drittes Maximum (273) macht sich am 3. Mai bemerklich.

Ordnet man die Jahre nach der Quadratsumme der Abweichungen, so steht obenan das Jahr 1861 mit einer Summe von 449 (9 Tage mit Abweichungen über 5°), dann folgen die Jahre 1836 (Quadratsumme 439, 7 Tage mit Abweichungen über 5°), an der dritten Stelle erscheint das Jahr 1866 (Q.-Summe 387, 8 Tage mit Abweichungen über 5°), hierauf 1825 (Q.-Summe 313, kalte Tage 6), 1864 (Q.-Summe 250, kalte Tage 5), 1814 (Q.-Summe 239, kalte Tage 5), 1795 (Q,-Summe 208, kalte Tage 6) und das Jahr 1775 (Q.-Summe 201, kalte Tage 5).

Dove in der in den Schriften der k. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin (1856) veröffentlichten Abhandlung „Über die Rückfälle der Kälte im Mai“ und Dr. Benedikt Ellner in der Schrift „Über die Rückschritte der Wärme im Monate Mai“ (Bamberg 1865) haben eine Reihe von Nachrichten über solche Jahre mitgetheilt, in wel-

chen im Mai ungewöhnlich tiefe Temperaturen beobachtet wurden, insbesondere finden sich in Dove's Abhandlung zahlreiche Daten über die Jahre 1836 (S. 150 u. f.), 1814 (S. 155) und 1838 (S. 156).

Da des Jahres 1861, welches sich nach der obigen Zusammenstellung durch anhaltende Kälte im Mai auszeichnete, in der Schrift des Herrn Dr. Ellner keine Erwähnung geschieht, so erlaube ich mir einige Notizen mitzutheilen, welche ich den „Übersichten der Witterung in Österreich“ und politischen Blättern (Wiener Zeitung u. s. f.) entnommen habe.

In den ersten Tagen des Mai trat an vielen Orten der österreichischen Monarchie Frost und Reif ein, so am 1. zu Kalkstein, Lienz, Maltein, Obervellach, St. Peter, Sachsenburg, Cilli und Neustadtl, ferner zu Budweis, Brünn, Leutschau, Rzeszow, Czernowitz, Déés (wo zugleich Hagel fiel), Mediasch, Schäßburg; am 2. zu Biala, Kronstadt und selbst in dem südlich gelegenen Orsowa, am 3. zu Aussee, Böhm.-Reichenau, Budweis, Deutschbrod, Brünn, Hochwald, Kremsier, Rottalowitz, Leutschau, Rzeszow, Czernowitz; am 4. zu Marienberg, Kalkstein, Gastein, St. Jakob, St. Peter, Aussee, Czernowitz, Kronstadt, Mediasch (am selben Tage Hagel zu Ragusa, der sich am 6. wiederholte). Auch an den folgenden Tagen währten die Fröste, insbesondere in Kärnten, fort.

In der Nacht vom 4. zum 5. Mai 1861 trat auf der Strecke zwischen Semmering und Spital ein so starker Schneefall ein, daß eine Schneeverwehung zu besorgen war.

In Italien tobte am 5. Mai ein wilder Sturm, der die ganze Apeninnenkette mit Schnee bedeckte, in einem solchen Maaße, daß Posten und Vetturine stecken blieben. In dem sonnigen Arnothale herrschte empfindliche Kälte, in der Lombardie und Romagna hatte man Schnee. Dieselben Erscheinungen zeigten sich bis tief in den Süden der Halbinsel. In Livorno und Viareggio und die Küste entlang tobte ein heftiges Unwetter. Die Diligence von Bologna, welche am 6. Mai in Ravenna ankommen sollte, verspätete sich bedeutend wegen des starken Schneefalles, der sowohl in Bologna als längs der Straße von Lugo eingetreten war. Der Courier von Bologna, der am 7. in Florenz eintreffen sollte, war ebenfalls wegen des Schneefalles auf den Apeninnen nicht eingetroffen.

In Paris war es am 5. Mai nicht allein sehr kalt, sondern Mittags schneite es während einer Stunde. In der Umgegend von Paris

blieb der Schnee sogar liegen. Eben so lauteten die Nachrichten aus den Provinzen. Überall war kaltes Wetter, und sowohl im Osten wie im Süden Frankreichs hatte der Wein stark gelitten.

Im Westen und Süden Englands, wo sonst die Witterung so gelinde zu sein pflegt, hatte man Schneestürme im Mai. In Frome schneite es am 8. Mai von 5 Uhr Morgens an unablässig bis Mittag, so daß an vielen Stellen der Schnee zwei Fuß hoch lag. Auch in Southampton fiel am 9. Mai Schnee.

Nachdem sich die Temperatur etwas gehoben hatte, trat um den 19. Mai (Pfingstsonntag) ein zweiter sehr empfindlicher Rückgang ein. In Petersburg, nachdem bereits die Schifffahrt eröffnet war, bedeckte sich die Newa unerwartet mit starkem Ladoga-Eis, wodurch viele Schiffe beschädigt wurden, und namentlich viele Getreidebarken sanken.

Am Pfingstsonntage (19. Mai) schneite es fast allenthalben in Böhmen, am meisten in Chrudim, Tetschen und Königinhof; im Böhmerwalde und Riesengebirge fiel so viel Schnee, daß derselbe Tage lang liegen blieb. Die Temperatur war am Pfingstsonntage Morgens in Prag eine so niedrige, daß die Moldau an den Ufern stellenweise eine Eiskruste bis zu $^1/_2$ Zoll Dicke ansetzte. Wiesen und Felder waren mit Reif bedeckt, das junge Laub vieler Bäume hing, vom Froste versengt, matt herab. Auch in Steiermark und auf dem Semmering trat am selben Tage und der darauf folgenden Nacht ein starker Schneefall ein.

Nicht viel milder trat der Mai des Jahres 1864 auf. Schon am 1. Mai wurde an vielen Orten das Einbrechen des Schneesturmes beobachtet (in Debreczin Hagel bei Weststurm), am 2. Mai Morgens war schon die Temperatur zu Hermannstadt —1·2, zu Kalkstein (in Tirol)—1·4, in der Nacht vom 3. auf den 4. trat zu Árvaváralja (im nordwestichen Ungarn) stürmischer Nordwind ein, der die Temperatur am Morgen bis auf —2·7, Abends bis auf —3·2 erniedrigte. Am Morgen des 4. Mai war die Temperatur zu Czaslau —2·0, zu Senftenberg —2·6, zu Troppau —1·9, zu Schemnitz (Minimum) —3·0 und auf dem hochgelegenen Jaukenberg in Kärnten bei NNW.-Sturm —3·5 (Abends um 9 Uhr —4·5).

Am stärksten trat die Erkältung am 5. Mai auf, an welchem Tage des Morgens zu Czaslau —3·0, zu Deutschbrod —2·5, zu Senftenberg —3·4, zu Brünn —2·4, Rottalowitz —2·2, Troppau

—1·7, Oderberg —3·2, Árvaváralja —4·2, Kesmark —2·2, Veszprim —2·4, Kalksburg (bei Wien, Minimum) —4·6, Pregraten —3·0, Kalkstein —3·5 beobachtet wurden.

Das Wärmemittel der beiden Tage, des 4. und 5. Mai zu Árvaváralja war —1°6, aber auch an anderen Orten thauten gefrorene Pfützen u. dgl. den ganzen Tag nicht auf. Ein am 4. Mai um 2 Uhr Nachm. von Dr. Weszelovsky zu Árvaváralja abgebrochener (doppelt zusammengefrorener) Eiszapfen war 2 Fuss 4 Zoll lang und wog 1 Pfund 20 Loth. Am 5. Morgens war daselbst der Fluss Árva 5 Fuß weit vom Ufer gefroren, bei —5°8 R. Die Eiskruste des Flußwassers war 6 Linien dick.

Noch am 6. hatte man zu Czaslau —2·0, zu Senftenberg —3·5, zu Brünn und Rottalowitz —2·2, zu Troppau —2·8, zu Árvaválja —3·2 und am 7. Mai zu Deutschbrod —1·6, Böhm.-Reichenau —3·0, zu Kalksburg (um 5½ Morgens) —2·6, zu Hermannstadt —1·6.

Auf ein Steigen der Temperatur erfolgte ein empfindlicher Rückfall um den 25. bis 29. Mai. Schon am 21. Mai hatte man zu Kesmark Frost, in der Nacht vom 24. zum 25. stellte sich in Schößl ein wüthender Sturm aus W. und NW. ein, der die benachbarten Gebirge mit Schnee bedeckte, und in den nächsten Tagen hatte man an vielen Orten Frost und Reif, so am 25. zu Frauenberg, B.-Reichenau, Kalkstein, Lienz, Jaukenberg (Temp, —4·0 bei starkem NO.), Hausdorf; am 26. an dem eben genannten Orte, zu Lienz, zu Schäßburg und Hermannstadt, wo der Reif dem Gemüse, Obst und Mais beträchtlichen Schaden zufügte; in der Nacht vom 26. bis 27. fiel bei Klagenfurt Schnee, der auf den Gebirgen bis 2500′ herab liegen blieb, am 27. Schnee zu Raibl (3″ hoch) und Magdalena (12″ hoch), Frost zu Böhm.-Reichenau, Maltein und Jaukenberg (Temp. —3·0), am 28. Frost zu Böhm.-Reichenau, Frauenberg, Rottalowitz, Kalkstein, Ischl, Maltein und noch am 29. beobachtete man Reif zu Frauenberg, Kalkstein und Maltein.

Über die Fortschritte der Erkältung gibt das Jahrbuch des k. niederländischen meteorologischen Institutes, Jahrgang 1864, lehrreiche Aufschlüsse. Zunächst tritt die Kälte am 29. April 1864 zu Dorpat auf (Abweichung des Tagesmittels der Temperatur vom Normalstande —5·1 Réaumur), am 30. verstärkt sich die Temperaturerniedrigung daselbst (Abweichung 7°4 Réaumur), am 1. Mai sind

die Temperaturabweichungen zu Krakau 7·9, Dorpat 7·0 und Breslau 6·4; am 2. zu Dorpat 8·6, Warschau 6·7, Krakau 6·6; am 3. zu Leipzig 8·2, Arnstadt 7·8·, Krakau 7·6, Breslau 7·4, Dorpat 7·1; am 4. zu Krakau 9·6, Leipzig 9·2, Brünn 8·6, Breslau 8·5, Dresden 8·5, Prag 8·3; am 5. zu Krakau 9·3, Brünn 8·6, Leipzig 8·5, Breslau 7·9; am 6. zu Krakau 8·8, Leipzig 8·3, Breslau 7·6, Warschau 7·5; am 7. zu Krakau 8·3, zu Warschau 6·7; am 8. zu Krakau 8·0, Breslau 7·2, am 9. zu Arnstadt 6·6, Leipzig 6·6.

Auf eine Periode relativ höherer Temperatur folgt ein Rückfall, der sich merkwürdig genug, wieder bei Dorpat am 21. Mai durch eine Temperaturdepression von 6·7 Graden Réaumur ankündigt (in Moskau ist die Abweichung 7·1); am 22. Temperaturabweichung zu Dorpat 7·1, zu Moskau 10·1; am 23. zu Dorpat 7·2, Leipzig 6·6; am 24. zu Leipzig 8·8, Krakau 7·7, Dresden 7·4, Breslau 7·3, Dorpat 7·1, Warschau 7·0; am 25. zu Leipzig 8·1, Warschau 7·1, Dorpat 6·3; am 26. zu Klagenfurt 7·0, Prag 6·1, Krakau, Leipzig 6·0; am 27. zu Leipzig 6·6, Bamberg 6·3, Arnstadt 6·2, Dresden 5·8; am 28. zu Warschau 5·5, Leipzig 5·2; am 29. zu Leipzig 7·4, Bamberg 6·8, Dresden, Prag 6·6.

Bemerkenswerth hiebei ist, wie constant bedeutende Erkältungen sich durch mehrere Tage hindurch an demselben Orte [1]) — gewissermassen einem Kältepol — einstellen. Man dürfte nicht fehlgehen, wenn man diese Erscheinungen einer bedeutenden Abkühlung der obersten Schichte des Erdbodens zuschreiben würde, durch welche die kalten durch den Nordwind herbeigeführten Luftmassen noch mehr abgekühlt werden, die in denselben enthaltenen Wasserdämpfe in der Regel als Schnee niedergeschlagen werden, so daß bei eintretenden heiteren Nächten eine mächtige Ausstrahlung und hiermit weitere Erkaltung des Erdbodens eingeleitet wird.

Zeitungsberichte melden außerdem über denselben Mai des Jahres 1864, daß das Thermometer zu Brünn am Christi Himmelfahrttage (5. Mai) —4° Kälte zeigte, und das Wasser in den Röhrbrunnen und die Pfützen mit einer Eisdecke überzogen waren. Per-

---

[1]) So vom 29. April bis 3. Mai zu Dorpat, vom 1. bis 8. Mai zu Krakau, vom 21. bis 28. Mai zu Dorpat, vom 23. bis 29. zu Leipzig.

sonen, welche aus Neustadt, Saar und Bistritz zum Markte nach Brünn kamen, berichteten, daß eine dichte Schneedecke die Fluren bedeckte, und daß die Straßen so verschneit waren, daß sie stellenweise nur mit Schlitten befahren werden konnten. In Kronstadt (Siebenbürgen) waren am 2. die Dächer mit Schnee bedeckt. In München war in Folge heftiger Regengüsse bei starkem Sturme seit dem 3. Mai Abends ein bedeutendes Hochwasser eingetreten und am 5. schneite es tüchtig. In Zinnwald fuhr man am 4. zu Schlitten, und in Gräfenberg lag der Schnee fußhoch. Auch in Hermannstadt hatte ein dichter Schneefall am 5. die Umgegend in eine Winterlandschaft verwandelt.

Nicht minder heftig trat der zweite Rückfall auf.

In Johann-Georgenstadt (Sachsen) waren am 24. Mai die Dächer beschneit, und die umliegenden bewaldeten Bergeshöhen hatten ihr winterliches Kleid wieder angelegt. Es schneite wiederholt in dichten Flocken. Wegen des vielen gefallenen Schnees im Riesengebirge beschloß eine Gesellschaft zu Arnsberg bei Ober-Schmiedeberg (Preuss.-Schlesien) eine Schlittenpartie zu machen, und fuhr dieselbe am 25. Mai um 9 Uhr Vormittags ab.

Über die Kälteperiode im Mai des heurigen Jahres (1866) ist in der Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie [1]) so ausführlich berichtet worden, daß es nicht nöthig erscheint, hier abermals darauf zurückzukommen. In Bezug auf die Frage, woher diese Kälte zunächst gekommen sei, geben weder die an die Central-Anstalt eingesendeten, noch die in dem „Bulletin international" veröffentlichten Berichte genügende Aufschlüsse. Es hat weder in Rußland, noch im Nordwesten von Europa eine so bedeutende Abkühlung stattgefunden, daß aus ihr allein die tiefe Temperatur vom 18. bis 25. Mai in Österreich erklärt werden könnte. Es scheint mir in diesem, wie in den früher erwähnten Fällen, die nächtliche Wärmestrahlung ein Hauptmoment zu bilden, welches in Verbindung mit einer unleugbar vorhandenen Luftströmung aus Norden die ungewöhnlich tiefen Temperaturen hervorruft. Würde der kalte Luftstrom die einzige Ursache der Temperaturerniedrigung sein, so müßte derselbe aus höheren Breiten in südlichere wärmere Gegenden vordringend, nach und nach erwärmt werden,

---

[1]) I. Band, S. 47, 59, 73 und 89.

und es müsste die Temperaturerniedrigung von Norden gegen Süden zu abnehmen. Dies ist nun keineswegs der Fall, indem häufig im Mittel-Europa ein Temperatur-Minimum — eine Art Kältepol — auftritt, welches wohl nur durch locale Abkühlung erklärt werden kann.

Die allgemeinen Temperaturverhältnisse im Monat Mai 1866 in Europa lassen sich aus der dem „Bulletin international [1]" Le Verrier's entlehnten Tafel X übersehen.

Wie man sieht, ist die Temperatur im hohen Norden keineswegs ungewöhnlich niedrig gewesen; in Haparanda bleibt das Thermometer vom 12. Mai an um 7 Uhr Morgens fortwährend über Null. Rasche Temperaturänderungen erscheinen nur bei Riga, Helsingfors und St. Petersburg. An den beiden ersten Orten sinkt das Thermometer vom 14. zum 15. um 11·0 und 7·1 Grade (Celsius), in Petersburg vom 15. zum 16. um 11·5 Grad. Nach einer Kälteperiode (wobei aber die Temperatur der Stunde 7 Uhr Morg. niemals unter 1°5 C. herabgeht) vom 15. bis 20. tritt am 21. eine plötzliche Temperaturerhöhung an den drei genannten Orten um 14·5, 9·4 und 13·0 auf, die aber schon am 22. wieder einer kürzer dauernden Kälteperiode weicht, die sich vorzüglich zu Helsingfors und Petersburg fühlbar macht.

Es ist schwer, diesen Rückfall in Petersburg und Helsingfors als die Ursache unserer Spätfröste im Mai zu betrachten, da derselbe mit ihnen nahezu gleichzeitig eintrat — wahrscheinlich haben wir es hier mit zwei Wirkungen derselben allgemeineren Ursache — — einer kalten nördlichen Luftströmung — zu thun. Diese kalte Luftströmung scheint im Norden mit wärmeren Süd- und Westwinden gekämpft zu haben (auf ein vorübergehendes Durchdringen des Südwindes [2]) deuten die höheren Temperaturen des 21. Mai). In unseren Gegenden behauptete die nördliche Strömung unbestritten

---

[1]) Es ist in hohem Grade bedauerlich für Untersuchungen, wie die obige, daß das Bulletin von Le Verrier die meteorologischen Depeschen nicht vollständig (wenn auch nachträglich) mittheilt. Verspätete Depeschen werden wohl oft in dem Bulletin des nächsten Tages angeführt, nicht selten aber (wie die Lücken obiger Tafel deutlich zeigen) unterbleibt aber auch die Aufnahme derselben gänzlich.

[2]) Im Bulletin L. V. findet sich für den 21. Mai starker Nord angegeben, eine Richtung, die sich schwer mit der bedeutenden Temperaturerhöhung vereinigen läßt.

ihre Geltung, und da Niederschläge (theilweise Schneefälle) vorhergegangen waren, so konnte die Abkühlung bei starker nächtlicher Strahlung viel beträchtlicher werden als im höheren Norden.

Über die Windverhältnisse geben die Bulletins von Le Verrier folgende Aufschlüsse: Am 14. Mai erfolgte zu Stockholm Regen, dann Schneefall, am 15. wehte daselbst ein mässiger Nord, der sich aber zu starkem Winde steigerte. Am 16. war die Nordrichtung über dem größeren Theile von Europa vorherrsehend, in Riga wehte ein NNW. von mässiger Stärke. Am 17. war der Wind an der norwegischen Küste ziemlich starker N. und NW. Am 18. zu Riga starker N., am 19. zu Stockholm NNO. mäßig stark, zu Hernösand NO. mäßig, zu St. Petersburg NO. stark, zu Riga Sturm aus N. Am 20. zu Riga N. stark, zu Stockholm N. ziemlich stark, zu Petersburg NO. stark; am 21. zu Riga N. stark, zu Petersburg NO. ziemlich stark; am 23. zu Skudesnaes N. ziemlich stark.

Um das Fortschreiten der Kälte im Mai des Jahres 1866 in Österreich besser überblicken zu können, habe ich in Tafel XI die Beobachtungen von 35 Stationen in Österreich während dieser Kälteperiode zusammengestellt. Da die absoluten Temperaturen nicht recht vergleichbar sind, so habe ich dieselben mit den Normalwerthen der Temperatur verglichen. Zur Elimination des täglichen Temperaturganges wurden die Monatmittel der einzelnen Stunden im Mai 1866 in der Weise benützt, daß, wenn

A, B, C diese Stundenmittel und
M das allgemeine Monatmittel

bedeuten, an die Temperaturen a, b, c der einzelnen Tage zunächst die Correctionen

$$M—A,\ M—B,\ M—C$$

angebracht wurden.

Für die Stationen, deren Temperatur für jeden Tag des Jahres in der Abhandlung „Über den jährlichen Gang der Temperatur und des Luftdruckes in Österreich“ gegeben ist, wurden die auf die erwähnte Weise wegen des täglichen Ganges corrigirten Mittel mit den Normalwerthen verglichen, für die anderen nicht in jener Abhandlung enthaltenen Stationen wurden die Abweichungen durch die Vergleichung der Monatmittel des Mai der betreffenden Station mit jenen einer oder zweier benachbarter Normalstationen abgeleitet.

Um die Tafel XI nicht zu sehr auszudehnen, wurde mit dem 21. Mai begonnen, obgleich die Temperaturdepression schon einige Tage zuvor (in Wien bereits am 13. Mai) begonnen hatte. Aus Tafel XI ergibt sich, daß dieselbe am 21. besonders stark zu Essegg, Biala, Krakau, Wien, Rzeszow, Brünn, Teschen, Frauenberg, Reichenberg, Werschetz, Lemberg, Szegedin, am 22. zu Biala, Ofen, Lemberg, Rzeszow, Ruszkberg (im Banat), Krakau, Teschen, Szegedin, Árvaváralja, am 23. zu Teschen, Biala, Krakau, Brünn, Lemberg, am 24. zu Debreczin, Cilli, Krakau, Brünn, Kronstadt und Rzeszow fühlbar wurde. Am 25. Mai kommen noch ziemlich beträchtliche Temperaturerniedrigungen zu Laibach, Teschen, Venedig und Cilli vor, doch dringt an diesem Tage der Südwind, welcher der Kälte ein Ende bereitet, schon an mehreren Stationen — so zu Frauenberg, Czaslau, Reichenberg, Brünn, Gastein, Ischl, Wien, Ödenburg, Curzola, Essegg — theils als SO., theils als SW. ein.

Interessant ist die Vergleichung der 1048 Toisen hoch gelegenen Bergstation Obir III (oder Hochobir). Nachdem daselbst vom 1. bis 12. S. und SW.-Winde herrschend waren, so daß noch am 13. Morgens ein orkanartiger Südwest stürmte, schlug der Wind gegen Mittag vollständig um, und wehte als ziemlich starker N. (Stärke 5 nach der 10theiligen Scala). Am 17. und 18. steigerte sich seine Intensität (Stärke 7) und blieb derselbe bis zum 23. (incl.) herrschend. Die Zeit vom 13. bis 24. über hielt sich das Thermometer meist unter dem Gefrierpunkte und erreichte die Kälte am 18. um 7 Uhr Morgens 7, am 22. 8, am 23. 7 Grad unter Null. Am 24. trat W.- und SW.-Wind und dabei eine mildere Temperatur ein. Am 27. um 2 Uhr hatte man bereits die für diese Höhe beträchtliche Temperatur von $+10°$ R.

Wie schon einige Male erwähnt wurde, entscheidet über den Grad der Schädlichkeit eines Maifrostes das Minimum bis zu welchem die Temperatur herabsinkt, nicht allein, sondern ein eben so wichtiger Factor ist der Grad der Entwickelung der Vegetation, der seinerseits unter anderem vorzüglich von der Temperatur der vorhergehenden Monate abhängt. Ein Blick auf die Temperaturen der Monate December—Mai wird zeigen, warum die Maifröste insbesondere in den Jahren 1825, 1836 und 1866 so verderblich gewirkt haben.

Monatmittel der Temperatur (Réaumur).

Auf das Locale der Central-Anstalt bezogen.

Jahr	December	Jänner	Februar	März	April	Mai
1824—1825	+4·36	+1·81	1·04	1·99	9·34	12·72
1835—1836	—1·59	—1·43	0·83	7·48	8·34	9·90
1860—1861	—0·68	—3·42	2·42	4·54	6·08	9·81
1863—1864	+1·92	—5·28	0·03	4·93	5·50	9·79
1865—1866	—0·04	+0·94	3·23	4·21	9·76	10·08

Unter den betrachteten Jahren hat der April 1866 die höchste Temperatur, insbesondere hatte der 29. April ein Tagesmittel von 16·3, der 30. von 14·6, und diese höhere Temperatur hielt auch noch — geringe Ausnahmen abgerechnet — im ersten Drittel des Mai 1866 an, in welchem das Tagesmittel der Temperatur am 1. den Werth von 15°5, am 10. von 14°5 erreichte. Noch höher war die Temperatur im April des Jahres 1825, in welchem das Tagesmittel am 26. den Werth 15·3, am 27. 18·0, am 28. 18·3, am 29. 18·9, am 30. 16·5 erreichte. Auch hier erstreckte sich die Wärme auf das erste Drittel des Monates Mai, in welchem das Tagesmittel am 3. 17·5, am 5. 17·2, am 6. 18·6, am 7. 19·8, am 8. 17·0 erreichte.

Im Jahre 1836 hatte der April zwar keine so hohe Temperatur (8·34) — die höchsten Tagesmittel waren am 25. 14·7, am 26. 14·9, am 27. 14·5, am 28. 14·8 — dagegen war ein ungewöhnlich warmer März vorhergegangen, in welchem die Tagesmittel am 15. den Betrag von 11·4, am 22. von 11·0, am 23. von 14·9, am 24. von 12·5 erreichten, ein Umstand, der auf die Entwickelung der Vegetation von mächtigem Einfluße sein mußte.

In den Jahren 1861 und 1864 dagegen war die Temperatur des April eine verhältnißmässig niedrige, die Vegetation weniger entwickelt, woher es kommt, daß die bedeutende Temperaturdepression im Mai dieser beiden Jahre fast unbeachtet vorübergehen konnte.

Tafel

Mittlere Temperaturen an der Wiener Stern-

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1775	—2·22	+2·43	+4·94	+ 6·33	+10·50	+16·76
76	—5·71	+1·49	+4·62	7·43	10·86	14·86
77	—2·91	—0·64	+4·20	6·32	12·84	15·39
78	+0·71	—0·52	+4·16	10·24	13·08	14·92
79	—2·89	+3·86	+6·22	11·45	14·32	14·34
80	—2·95	—2·26	+6·36	7·06	12·97	14·74
81	—1·97	+0·75	+4·94	9·31	13·20	16·95
82	+1·63	—1·95	+4·40	8·45	13·51	17·30
83	+2·20	+4·68	+3·96	9·50	14·73	17·42
84	—4·71	—1·00	+3·35	7·09	14·85	16·61
1785	—1·82	—0·41	—1·62	5·53	12·50	14·22
86	—0·58	+0·82	+3·74	9·71	11·70	16·16
87	—1·69	+2·43	+4·38	7·13	11·02	16·37
88	+1·01	+0·94	+4·75	8·67	13·02	16·94
89	—1·90	+2·63	+1·39	9·88	15·48	15·11
90	—0·39	+3·50	+4·18	7·65	14·53	17·28
91	+3·08	+1·73	+5·48	10·00	12·88	15·30
92	—0·66	—0·61	+4·32	9·05	12·35	16·34
93	—2·30	+1·92	+2·87	6·33	12·09	14·48
94	+1·03	+3·63	+5·83	12·31	14·69	17·30
1795	—6·21	—0·19	+4·07	10·48	13·28	16·96
96	+4·07	+1·96	+1·11	7·04	13·80	15·71
97	+0·36	+1·77	+3·14	10·78	16·16	16·40
98	+0·73	+3·48	+5·15	9·32	13·69	16·58
99	—5·48	—1·45	+8·04	8·25	12·90	14·56
1800	—0·49	+0·46	+0·23	14·24	15·22	14·26
01	+0·62	+0·55	+6·33	9·36	15·13	14·89
02	—1·65	—0·64	+4·66	9·41	12·18	17·06
03	—3·91	—2·97	+3·35	11·16	11·72	14·98
04	+2·19	+0·03	+1·42	8·72	13·60	15·97
1805	—1·74	+0·03	+2·57	6·50	11·69	14·83
06	+2·77	+2·76	+4·94	6·97	15·17	15·72
07	—0·15	+2·61	+2·33	7·49	14·68	15·40
08	—0·04	+0·11	—1·14	7·47	14·86	16·00
09	—1·26	+2·19	+2·74	6·15	14·23	15·96
10	—1·92	—0·60	+4·83	7·96	13·71	14·08
11	—4·82	—0·32	+5·84	9·42	16·41	19·71
12	—3·35	+1·29	+4·57	6·01	13·99	16·00
13	—3·06	+2·72	+3·19	10·23	13·69	14·03
14	—1·56	—3·76	+3·41	10·21	11·15	13·98
1815	—2·27	+3·05	+5·96	8·89	13·85	16·02
16	+0·64	—0·03	+3·67	8·80	12·38	15·01

I.

warte nach der unmittelbaren Beobachtung.

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1775	+16·41	+18·59	+13·80	+ 8·71	+ 3·79	—0·80
76	16·58	16·62	12·38	6·56	2·32	—1·86
77	15·70	16·82	12·00	7·40	3·95	—0·58
78	18·21	17·63	12·20	7·96	4·51	+4·03
79	15·66	16·10	13·66	9·39	4·17	+3·43
80	16·30	15·89	11·49	9·07	3·89	—1·43
81	17·02	18·61	14·51	7·93	5·56	+0·81
82	19·51	17·36	13·78	7·62	2·20	+1·15
83	18·55	18·21	15·11	10·01	4·24	—2·24
84	17·43	17·05	15·00	5·82	4·10	+0·70
1785	16·18	15·62	15·16	7·85	4·14	+0·54
86	15·40	14·77	12·20	6·21	1·53	+0·59
87	16·62	16·86	12·28	9·50	4·54	+3·21
88	19·38	15·16	14·31	8·21	2·46	—6·39
89	17·45	16·18	13·64	9·28	4·42	+0·60
90	16·08	17·08	12·45	7·78	3·26	+2·51
91	16·90	18·11	12·33	8·10	3·22	+1·11
92	17·52	17·03	12·31	7·40	3·20	+0·93
93	18·32	17·27	13·09	9·67	4·36	+2·39
94	20·01	16·01	11·90	8·35	4·03	—0·57
1795	15·45	17·09	13·10	11·28	2·67	+2·71
96	17·32	17·37	15·18	9·04	3·53	—1·10
97	19·11	18·32	15·28	9·75	4·29	+1·52
98	17·33	17·43	14·89	8·06	3·01	—3·31
99	16·68	17·26	12·89	8·75	4·24	—2·59
1800	16·70	18·24	13·50	8·08	5·47	+0·58
01	17·06	15·47	14·64	10·56	5·41	+1·36
02	18·09	18·43	13·64	11·03	5·52	+1·80
03	17·49	16·85	11·15	8·06	4·92	+0·65
04	17·40	16·27	14·17	9·00	1·20	—2·01
1805	15·85	15·18	13·24	5·64	1·42	+0·63
06	16·95	16·17	13·86	7·73	5·22	+3·93
07	18·46	21·49	13·41	9·78	5·59	+0·86
08	18·46	18·58	14·42	7·47	3·36	—3·28
09	17·46	17·35	13·39	7·22	2·93	+2·13
10	17·32	16·91	15·52	8·35	3·65	+2·47
11	19·82	17·80	13·62	12·15	4·88	+0·58
12	16·27	16·27	11·95	10·55	2·84	—3·54
13	15·83	14·98	11·92	8·27	3·44	+1·29
14	17·82	16·58	10·83	7·59	4·02	+2·59
1815	15·65	15·48	12·09	8·69	2·66	—2·49
16	15·59	15·35	12·44	7·76	3·29	—0·92

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1817	+1·99	+4·44	+4·46	+ 4·61	+13·86	+17·92
18	+1·56	+1·44	+5·71	10·69	13·19	16·28
19	0·00	+2·68	+5·81	9·91	12·57	16·74
20	—3·60	+1·16	+2·99	10·44	15·28	14·54
21	+1·01	—0·94	+3·13	10·37	12·50	12·64
22	+1·62	+2·26	+7·31	9·71	14·52	17·22
23	—5·76	+1·31	+4·65	8·37	13·76	15·06
24	+0·52	+2·92	+3·89	7·94	12·57	15·06
1825	+1·94	+1·13	+2·20	9·66	13·18	15·41
26	—4·86	—1·49	+4·75	8·54	10·78	15·34
27	—0·54	—2·30	+5·38	10·31	14·60	16·91
28	—1·03	—1·59	+4·73	9·96	13·11	15·95
29	—2·88	—3·16	+1·98	8·43	11·05	13·03
30	—6·53	—2·60	+3·41	9·60	12·92	16·05
31	—2·64	+0·89	+4·39	10·89	12·41	13·86
32	—0·67	+1·24	+3·89	8·50	11·41	14·26
33	—4·57	+2·96	+4·09	7·22	15·88	16·92
34	+3·45	+0·95	+3·56	7·49	15·55	17·37
1835	+0·50	+2·09	+4·21	7·56	13·58	15·65
36	—1·30	+0·92	+7·69	8·66	10·36	16·02
37	—1·02	—1·82	+1·89	7·48	10·58	14·34
38	—6·32	—3·51	+3·35	6·22	12·55	14·98
39	—0·10	+1·36	+1·54	4·81	11·27	16·78
40	—0·19	—0·25	+0·09	8·11	11·68	14·67
41	—0·89	—2·61	+4·50	9·59	15·17	14·70
42	—4·03	—3·98	+4·33	6·68	12·91	15·22
43	+0·73	+4·73	+2·33	8·04	11·17	13·15
44	—1·36	—0·38	+2·14	8·68	12·28	15·71
1845	+0·58	—2·72	—0·43	8·77	10·41	16·44
46	+1·12	+2·39	+5·27	9·40	13·41	16·50
47	—2·90	+0·10	+2·10	6·50	14·00	12·40
48	—6·12	+1·86	+4·67	9·81	11·58	16·25
49	—2·08	+3·17	+2·79	6·68	11·94	15·57
50	—4·17	+3·00	+1·37	8·31	12·07	15·02
51	—0·85	+0·42	+4·27	8·64	9·34	14·22
52	+0·88	+2·17	+1·16	5·20	12·03	15·18
53	+0·88	—0·24	+0·81	5·01	11·61	14·67
54	—0·79	+0·25	+2·96	7·25	12·54	13·62
1855	—1·98	—2·83	+3·10	6·38	11·26	15·16
56	+0·04	+2·34	+1·44	9·26	11·79	15·84
57	—1·12	—2·39	+2·62	8·08	11·31	14·50
58	—2·63	—5·57	+2·05	7·21	10·74	16·48
59	—0·39	+2·63	+6·17	8·20	11·92	14·82
60	+1·11	—0·19	+2·82	7·45	12·48	14·86
61	—2·83	+2·99	+4·77	6·34	9·85	15·99

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1817	+16·97	+16·54	+13·84	+ 6·24	+4·78	+0·56
18	17·37	16·07	13·67	9·36	+4·32	—0·93
19	17·77	16·33	13·95	8·47	+4·19	—0·80
20	16·17	19·13	12·53	8·66	+3·19	—1·10
21	15·42	16·00	13·77	8·35	+5·62	+3·29
22	18·31	16·49	13·49	10·63	+4·11	—0·16
23	15·79	16·92	13·61	9·64	+3·96	+1·43
24	16·92	16·24	14·61	9·11	+5·12	+4·39
1825	16·42	16·21	12·63	6·80	+5·41	+3·50
26	18·48	18·83	13·94	9·38	+3·35	+2·17
27	18·79	15·73	12·71	9·34	+0·30	+1·22
28	17·77	15·27	12·56	7·44	+4·15	+1·88
29	16·82	14·15	12·94	6·39	+0·05	—5·72
30	17·16	16·73	11·44	6·83	+4·43	+1·52
31	17·47	15·76	11·29	10·53	+3·51	+0·07
32	15·85	17·09	12·39	8·55	+2·10	—0·97
33	14·88	13·97	12·03	7·96	+3·90	+4·42
34	19·75	18·03	16·10	8·43	+2·78	+1·64
1835	18·06	16·96	13·34	7·75	—0·10	—1·56
36	16·66	15·99	12·36	9·42	+2·72	+2·83
37	14·18	17·62	11·06	7·69	+2·93	—0·56
38	15·75	14·51	13·22	6·77	+3·02	—0·45
39	17·50	14·54	13·48	9·56	+5·22	+1·09
40	15·58	14·83	13·01	6·45	+5·76	—7·33
41	16·01	15·67	13·70	10·55	+3·95	+2·66
42	16·44	18·12	12·80	5·91	+1·98	+1·66
43	15·85	16·02	11·75	7·87	+3·15	+2·98
44	14·91	14·29	13·14	9·47	+5·22	—3·22
1845	17·05	14·61	11·79	8·88	+4·54	+2·39
46	18·96	17·33	13·50	11·00	+1·80	—1·20
47	15·90	16·34	10·80	6·60	+2·20	+0·50
48	15·81	15·15	12·06	9·27	+3·28	—0·27
49	15·36	13·76	11·40	7·77	+2·24	—1·28
50	15·24	15·94	10·75	7·31	+4·81	+0·56
51	14·87	14·95	10·65	9·94	+1·43	+0·29
52	17·17	15·79	12·55	6·97	+5·78	+2·79
53	16·44	15·68	12·25	8·75	+2·27	—3·50
54	15·79	14·28	11·50	7·85	+1·84	+2·48
1855	15·84	15·93	11·91	10·52	+3·46	—4·55
56	14·28	16·57	11·24	8·43	+0·62	—0·69
57	17·45	16·88	13·04	10·77	+1·89	+1·29
58	15·76	14·72	13·86	9·40	—0·14	+0·66
59	18·81	17·22	11·86	9·35	+2·66	—2·44
60	14·00	15·24	12·77	7·24	+1·96	—0·34
61	16·52	17·27	13·75	9·08	+3·64	—0·92

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1862	−1·97	+0·05	+5·70	+ 9·84	+13·24	+14·51
63	+2·66	+2·72	+5·49	7·37	13·01	14·99
64	−5·25	+0·08	+5·00	5·37	9·74	14·82
10jährige Mittel						
1775—1784	−1·88	+0·68	+4·72	8·32	13·09	15·93
1785—1794	−0·42	+1·66	3·58	8·63	13·03	15·95
1795—1804	−0·98	+0·30	3·25	9·88	13·77	15·74
1805—1814	−1·51	+0·70	3·33	7·84	13·96	15·57
1815—1824	−0·43	+1·83	4·76	8·97	13·45	15·65
1825—1834	−1·83	−0·40	3·84	9·06	13·09	15·51
1835—1844	−1·40	−0·35	3·21	7·58	12·16	15·12
1845—1854	−1·35	+1·04	2·50	7·56	11·89	14·99
1855—1864	−1·24	−0·02	3·92	7·55	11·53	15·20
90jähriges Mittel 1775—1864	−1·23	+0·60	3·68	8·38	12·88	15·52

Tafel

Mittlere Temperaturen an

(Auf 24stündige

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1775	−2·33	+2·32	+4·76	+ 6·01	+10·11	+16·34
76	−5·82	+1·38	+4·44	7·11	10·47	14·44
77	−3·02	−0·75	+4·02	6·00	12·45	14·97
78	+0·60	−0·63	+3·98	9·92	12·69	14·50
79	−3·00	+3·75	+6·04	11·13	13·93	13·92
80	−3·06	−2·37	+6 18	6·74	12·58	14·32
81	−2·08	+0·64	+4·76	8·99	12·81	16·53
82	+1·52	−2·06	+4·22	8·13	13·12	16·88
83	+2·09	+4·57	+3·78	9·18	14·34	17·00
84	−4·82	−1·11	+3·17	6·77	14·46	16·19
1785	−1·93	−0·52	−1·80	5·21	12·11	13·80
86	−0·69	+0·71	+3·56	9·39	11·31	15·74
87	−1·80	+2·32	+4·20	6·81	10·63	15·95
88	+0·90	+0·83	+4·57	8·35	12·63	16·52

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1862	+16·46	+14·73	+13·34	+ 9·77	+3·27	—0·23
63	15·77	17·22	13·38	9·88	+4·27	+2·02
64	14·71	13·60	12·35	6·95	+2·67	—2·71
90jährige Mittel						
1775—1784	17·14	17·29	13·93	8·05	+3·87	+0·32
1785—1794	17·39	16·41	12·97	8·24	+3·52	+0·49
1795—1804	17·26	17·27	13·84	9·42	+4·03	—0·04
1805—1814	17·42	17·13	13·22	8·48	+3·74	+0·77
1815—1824	16·60	16·46	13·40	8·69	+4·12	+0·33
1825—1834	17·34	16·18	12·80	8·17	+3·00	+0·97
1835—1844	16·09	15·86	12·79	8·14	+3·39	—0·19
1845—1854	16·26	15·38	11·73	8·43	+3·02	+0·28
1855—1864	15·96	15·94	12·75	9·14	+2·43	—0·79
90jähriges Mittel 1775—1864	16·83	16·44	13·05	8·53	+3·46	+0·24

II.

der Wiener Sternwarte.

Mittel reducirt.)

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1775	+16·06	+18·28	+13·50	+ 8·51	+3·71	—0·86
76	16·23	16·31	12·08	6·36	+2·24	—1·92
77	15·35	16·51	11·70	7·20	+3·87	—0·64
78	17·86	17·32	11·90	7·76	+4·43	+3·97
79	15·31	15·79	13·36	9·19	+4·09	+3·37
80	15·95	15·58	11·19	8·87	+3·81	—1·49
81	16·67	18·30	14·21	7·73	+5·48	+0·75
82	19·16	17·05	13·48	7·42	+2·12	+1·09
83	18·20	17·90	14·81	9·81	+4·16	—2·30
84	17·08	16·74	14·70	5·62	+4·02	+0·64
1785	15·83	15·31	14·86	7·65	+4·06	+0·48
86	15·05	14·46	11·90	6·01	+1·45	+0·53
87	16·27	16·55	11·98	9·30	+4·46	+3·15
88	19·03	14·85	14·01	8·01	+2·38	—6·45

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1789	—2·01	+2·52	+1·21	+ 9·56	+15·09	+14·69
90	—0·50	+3·39	+4·00	7·33	14·14	16·86
91	+2·97	+1·62	+5·30	9·68	12·49	14·88
92	—0·77	—0·72	+4·14	8·73	11·96	15·92
93	—2·41	+1·81	+2·69	6·01	11·70	14·06
94	+0·92	+3·52	+5·65	11·99	14·30	16·88
1795	—6·32	—0·30	+3·89	10·16	12·89	16·54
96	+3·96	+1·85	+0·93	6·72	13·41	15·29
97	+0·25	+1·66	+2·96	10·46	15·77	15·98
98	+0·62	+3·37	+4·97	9·00	13·30	16·16
99	—5·59	—1·56	+2·86	7·93	12·51	14·14
1800	—0·60	+0·35	+0·05	13·92	14·83	13·84
01	+0·51	—0·44	+6·15	9·04	14·74	14·47
02	—1·76	—0·75	+4·48	9·09	11·79	16·64
03	—4·02	—3·08	+3·17	10·84	10·33	14·56
04	+2·08	—0·08	+1·24	8·40	13·21	15·55
1805	—1·85	—0·08	+2·39	6·18	11·30	14·41
06	+2·66	+2·65	+4·76	6·65	14·78	15·30
07	—0·26	+2·50	+2·15	7·17	14·29	14·98
08	—0·15	0·00	—1·32	7·15	14·47	15·58
09	—1·37	+2·08	+2·56	5·83	13·84	15·54
10	—2·03	—0·71	+4·65	7·64	13·32	13·66
11	—4·93	—0·43	+5·66	9·10	16·02	19·29
12	—3·46	+1·18	+4·39	5·69	13·60	15·58
13	—3·17	+2·61	+3·01	9·91	13·30	13·61
14	—1·67	—3·87	+3·23	9·89	10·76	13·56
1815	—2·38	+2·94	+5·78	8·57	13·46	15·60
16	+0·53	—0·14	+3·49	8·48	11·99	14·59
17	+1·88	+4·33	+4·28	4·29	13·47	17·50
18	+1·45	+1·33	+5·53	10·37	12·80	15·86
19	—0·11	+2·57	+5·63	9·59	12·18	16·32
20	—3·71	+1·05	+2·81	10·12	14·89	14·12
21	+0·90	—1·05	+2·95	10·05	12·11	12·22
22	+1·51	+2·15	+7·13	9·39	14·13	16·80
23	—5·87	+1·20	+4·47	8·05	13·37	14·64
24	+0·41	+2·81	+3·71	7·62	12·18	14·64
1825	+1·83	+1·02	+2·02	9·34	12·79	14·99
26	—4·97	—1·60	+4·57	8·22	10·39	14·92
27	—0·65	—2·41	+5·20	9·99	14·21	16·49
28	—1·14	—1·70	+4·55	9·64	12·72	15·53
29	—2·99	—3·27	+1·80	8·11	10·66	12·61
30	—6·64	—2·71	+3·23	9·28	12·53	15·63
31	—2·75	+0·78	+4·21	10·57	12·02	13·44
32	—0·78	+1·13	+3·71	8·18	11·02	13·84
33	—4·68	+2·85	+3·91	6·90	15·49	16·50
34	+3·34	+0·84	+3·38	7·17	15·16	16·95

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1789	+17·10	+15·87	+13·34	+9·08	+4·34	+0·54
90	15·73	16·77	12·15	7·58	+3·18	+2·45
91	16·55	17·80	12·03	7·90	+3·14	+1·05
92	17·17	16·72	12·01	7·20	+3·12	+0·87
93	17·97	16·96	12·79	9·47	+4·28	+2·33
94	19·66	15·70	11·60	8·15	+3·95	—0·63
1795	15·10	16·78	12·80	11·08	+2·59	+2·65
96	16·97	17·06	14·88	8·84	+3·45	—1·16
97	18·76	18·01	14·98	9·55	+4·21	+1·46
98	16·98	17·12	14·59	7·86	+2·93	—3·37
99	16·33	16·95	12·59	8·55	+4·16	—2·65
1800	16·35	17·93	13·20	7·88	+5·39	+0·52
01	16·71	15·16	14·34	10·36	+5·33	+1·30
02	17·74	18·12	13·34	11·43	+5·44	+1·74
03	17·14	16·54	10·85	7·86	+4·84	+0·59
04	17·05	15·96	13·87	8·80	+1·12	—2·07
1805	15·50	14·87	12·94	5·44	+1·34	+0·57
06	16·60	15·86	13·56	7·53	+5·14	+3·87
07	18·11	21·18	13·11	9·58	+5·51	+0·80
08	18·11	18·27	14·12	7·27	+3·28	—3·34
09	17·11	17·04	13·09	7·02	+2·85	+2·07
10	16·97	16·60	15·22	8·15	+3·57	+2·41
11	19·47	17·49	13·32	11·95	+4·80	+0·52
12	15·92	15·96	11·65	10·35	+2·76	—3·60
13	15·48	14·67	11·62	8·07	+3·36	+1·23
14	17·47	16·27	10·53	7·39	+3·94	+2·53
1815	15·30	15·17	11·79	8·49	+2·58	—2·55
16	15·24	15·04	12·14	7·56	+3·21	—0·98
17	16·62	16·23	13·54	6·04	+4·70	+0·50
18	17·02	15·76	13·37	9·16	+4·24	—0·99
19	17·42	16·02	13·65	8·27	+4·11	—0·86
20	15·82	18·82	12·23	8·46	+3·11	—1·16
21	15·07	15·69	13·47	8·15	+5·54	+3·23
22	17·96	16·18	13·19	10·43	+4·03	—0·22
23	15·44	16·61	13·31	9·44	+3·88	+1·37
24	16·57	15·93	14·31	8·91	+5·04	+4·33
1825	16·07	15·90	12·33	6·60	+5·33	+3·44
26	18·13	18·52	13·64	9·18	+3·27	+2·11
27	18·44	15·42	12·41	9·14	+0·22	+1·16
28	17·42	14·96	12·26	7·24	+4·07	+1·82
29	16·47	13·84	12·64	6·19	—0·03	—5·78
30	16·81	16·42	11·14	6·63	+4·35	+1·46
31	17·12	15·45	10·99	10·33	+3·43	+0·01
32	15·50	16·78	12·09	8·35	+2·02	—1·03
33	14·53	13·66	11·73	7·76	+3·82	+4·36
34	19·40	17·72	15·80	8·23	+2·70	+1·58

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1835	+0·39	+1·98	+4·03	+ 7·24	+13·19	+15·23
36	—1·41	+0·81	+7·51	8·34	9·97	15·60
37	—1·15	—1·94	+1·73	7·21	10·24	14·00
38	—6·45	—3·39	+3·19	5·95	12·21	14·64
39	—0·23	+1·24	+1·38	4·54	10·93	16·44
40	—0·32	—0·37	—0·07	7·84	11·34	14·43
41	—1·02	—2·83	+4·34	9·32	14·83	14·36
42	—4·16	—4·10	+4·17	6·41	12·57	14·88
43	+0·60	+4·61	+2·17	7·77	10·83	12·81
44	—1·49	—0·50	+1·98	8·41	11·94	15·37
1845	+0·45	—2·84	—0·59	8·50	10·07	16·10
46	+0·99	+2·27	+5·11	9·13	13·07	16·16
47	—2·99	+0·04	+2·17	6·68	14·22	12·59
48	—6·21	+1·80	+4·74	9·99	11·80	16·44
49	—2·17	+3·11	+2·86	6·86	12·16	15·76
50	—4·26	+2·94	+1·44	8·49	12·29	15·21
51	—0·94	+0·36	+4·34	8·82	9·56	14·41
52	+0·79	+2·11	+1·23	5·38	12·25	15·37
53	+0·79	—0·30	+0·88	5·19	11·83	14·86
54	—0·88	+0·19	+3·03	7·43	12·76	13·81
1855	—2·07	—2·89	+3·17	6·56	11·48	15·35
56	—0·05	+2·28	+1·51	9·44	12·01	16·03
57	—1·21	—2·45	+2·69	8·26	11·53	14·69
58	—2·72	—5·63	+2·12	7·39	10·96	16·67
59	—0·48	+2·57	+6·24	8·38	12·14	15·01
60	+1·02	·0·25	+2·89	7·63	12·70	15·05
61	—2·92	+2·93	+4·84	6·52	10·07	16·18
62	—2·06	—0·01	+5·77	10·02	13·46	14·69
63	+2·57	+2·66	+5·56	7·55	13·23	15·18
64	—5·34	+0·02	+5·07	5·55	9·96	15·01
10jährige Mittel						
1775—1784	—1·99	+0·57	+4·54	8·00	12·70	15·51
1785—1794	—0·53	+1·55	+3·35	8·31	12·64	15·53
1795—1804	—1·09	+0·19	+3·07	9·56	13·28	15·32
1805—1814	—1·62	+0·59	+3·15	7·52	13·57	15·15
1815—1824	—0·54	+1·72	+4·58	8·65	13·06	15·23
1825—1834	—1·94	—0·51	+3·66	8·74	12·70	15·09
1835—1844	—1·52	—0·45	+3·04	7·30	11·81	14·78
1845—1854	—1·44	+0·97	+2·52	7·65	12·00	15·07
1855—1864	—1·33	—0·08	+3·99	7·73	11·75	15·39
90jähriges Mittel						
1775—1864	—1·33	+0·51	+3·54	8·16	12·61	15·23

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1835	+17·71	+16·65	+13·04	7·55	—0·18	—1·62
36	16·31	15·68	12·06	9·22	+2·64	+2·77
37	13·89	17·36	10·77	7·46	+2·82	—0·65
38	15·46	14·25	12·93	6·54	+2·91	—0·54
39	17·21	14·28	13·19	9·33	+5·11	+1·00
40	15·29	14·57	12·72	6·22	+5·65	—7·42
41	15·72	15·41	13·41	10·32	+3·84	+2·57
42	16·15	17·86	12·51	5·68	+1·87	+1·57
43	15·56	15·76	11·46	7·64	+3·04	+2·89
44	14·62	14·03	12·85	9·24	+5·11	—3·31
1845	16·76	14·35	11·50	8·65	+4·43	+2·30
46	18·67	17·07	13·21	10·77	+1·69	—1·29
47	16·15	16·59	10·95	6·61	+2·14	+0·41
48	16·06	15·40	12·21	9·28	+3·22	—0·36
49	15·61	14·01	11·55	7·78	+2·18	—1·37
50	15·49	16·19	10·90	7·32	+4·75	+0·47
51	15·12	15·20	10·80	9·95	+1·37	+0·20
52	17·42	16·04	12·70	6·98	+5·72	+2·70
53	16·69	15·93	12·40	8·76	+2·21	—3·59
54	16·04	14·53	11·65	7·86	+1·78	+2·39
1855	16·09	16·18	12·06	10·53	+3·40	—4·64
56	14·53	16·82	11·39	8·44	+0·56	—0·78
57	17·70	17·13	13·19	10·78	+1·83	+1·20
58	16·01	14·97	14·01	9·41	—0·20	+0·57
59	19·06	17·47	12·01	9·36	+2·60	—2·53
60	14·25	15·49	12·92	7·25	+1·90	—0·43
61	16·77	17·52	13·90	9·09	+3·58	—1·01
62	16·71	14·98	13·49	9·78	+3·21	—0·32
63	16·02	17·47	13·53	9·89	+4·21	+1·93
64	14·96	13·85	12·50	6·96	+2·61	—2·80
10jährige Mittel						
1775—1784	16·79	16·98	13·09	7·85	+3·79	+0·26
1785—1794	17·04	16·10	12·67	8·04	+3·44	+0·43
1795—1804	16·91	16·96	13·54	9·22	+3·95	—0·10
1805—1814	17·07	16·82	12·92	8·28	+3·66	+0·71
1815—1824	16·25	16·15	13·10	8·49	+4·04	+0·27
1825—1834	16·99	15·87	12·50	7·97	+2·92	+0·91
1835—1844	15·79	15·59	12·49	7·92	+3·28	—0·27
1845—1854	16·40	15·53	11·79	8·40	+2·95	+0·19
1855—1864	16·21	16·19	12·90	9·15	+2·37	—0·88
90jähriges Mittel						
1775—1864	16·61	16·24	12·78	8·37	+3·38	+0·17

Tafel

Abweichungen der Temperaturmittel vom

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
75	−1·00	+1·81	+1·22	−2·15	−2·50	+1·11
76	−4·49	+0·87	+0·90	−1·05	−2·14	−0·79
77	−1·69	−1·26	+0·48	−2·16	−0·16	−0·26
78	−1·93	−1·14	+0·44	+1·76	+0·08	−0·73
79	−1·67	+3·24	+2·50	+2·97	+1·32	−1·31
80	−1·73	−2·88	+2·64	−1·42	−0·03	−0·91
81	−0·75	+0·13	+1·22	+0·83	+0·20	+1·30
82	+2·85	−2·57	+0·68	−0·03	+0·51	+1·65
83	+3·42	+4·06	+0·24	+1·02	+1·73	+1·77
84	−3·49	−1·62	−0·37	−1·39	+1·85	+0·96
Mittel	−0·66	+0·06	+1·00	−0·16	+0·09	+0·28
1785	−0·60	−1·03	−5·34	−2·95	−0·50	−1·43
86	+0·64	+0·20	+0·02	+1·23	−1·30	+0·51
87	−0·47	+1·81	+0·66	−1·35	−1·98	+0·72
88	+2·23	+0·32	+1·03	+0·19	+0·02	+1·29
89	−0·68	+2·01	−2·33	+1·40	+2·48	−0·54
90	+0·83	+2·88	+0·46	−0·83	+1·53	+1·63
91	+4·30	+1·11	+1·76	+1·52	−0·12	−0·35
92	+0·56	−1·23	+0·60	+0·57	−0·65	+0·69
93	−1·08	+1·30	−0·85	−2·15	−0·91	−1·17
94	+2·25	+3·01	+2·11	+3·83	+1·69	+1·65
Mittel	+0·80	+1·04	−0·19	+0·15	+0·03	+0·30
1795	−4·99	−0·81	+0·35	+2·00	+0·28	+1·31
96	+5·29	+1·34	−2·61	−1·44	+0·80	+0·06
97	+1·58	+1·15	−0·58	+2·30	+3·16	+0·75
98	+1·95	+2·86	+1·43	+0·84	+0·69	+0·93
99	−4·26	−2·07	−0·68	−0·23	−0·10	−1·09
1800	+0·73	−0·16	−3·49	+5·76	+2·22	−1·39
01	+1·84	−0·07	+2·61	+0·88	+2·13	−0·76
02	−0·43	−1·26	+0·94	+0·93	−0·82	+1·41
03	−2·69	−3·59	−0·37	+2·68	−2·28	−0·67
04	+3·41	−0·59	−2·30	+0·24	+0·60	+0·32
Mittel	+0·24	−0·32	−0·47	+1·40	+0·67	+0·09
1805	−0·52	−0·59	−1·15	−1·98	−1·31	−0·82
06	+3·99	+2·14	+1·22	−1·51	+2·17	+0·07
07	+1·07	+1·99	−1·39	−0·99	+1·68	−0·25
08	+1·18	−0·51	−4·86	−1·01	+1·86	+0·35
09	−0·04	+1·57	−0·98	−2·33	+1·23	+0·31
10	−0·70	−1·22	+1·11	−0·52	+0·71	−1·57
11	−3·60	−0·94	+2·12	+0·94	+3·41	+4·06
12	−2·13	+0·67	+0·85	−2·47	+0·99	+0·35
13	−1·84	+2·10	−0·53	+1·75	+0·69	−1·62
14	−0·34	−4·38	−0·31	+1·73	−1·85	−1·67
Mittel	−0·29	+0·08	−0·39	−0·64	+0·96	−0·08

III.

90jährigen Mittel der Wiener Sternwarte.

Jahr	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.
1775	−0·55	+2·04	+0·72	+0·14	+0·33	−1·03
76	−0·38	+0·07	−0·70	−2·01	−1·14	−2·09
77	−1·26	+0·27	−1·08	−1·17	+0·49	−0·81
78	+1·25	+1·08	−0·88	−0·61	+1·05	+3·80
79	−1·30	−0·45	+0·58	+0·82	+0·71	+3·20
80	−0·66	−0·66	−1·59	+0·50	+0·43	−1·66
81	+0·06	+2·06	+1·43	−0·64	+2·10	+0·58
82	+2·25	+0·81	+0·70	−0·95	−1·26	+0·92
83	+1·59	+1·66	+2·03	+1·44	+0·78	−2·47
84	+0·47	+0·50	+1·92	−2·75	+0·64	+0·47
Mittel	+0·20	+0·74	+0·31	−0·52	+0·41	+0·09
1785	−0·78	−0·93	+2·08	−0·72	+0·68	+0·31
86	−1·56	−1·78	−0·88	−2·36	−1·93	+0·36
87	−0·34	+0·31	−0·80	+0·93	+1·08	+2·98
88	+2·42	−1·39	+1·23	−0·36	−1·00	−6·62
89	+0·49	−0·37	+0·56	+0·71	+0·96	+0·37
90	−0·88	+0·53	−0·63	−0·79	−0·20	+2·28
91	−0·06	+1·56	−0·75	−0·47	−0·24	+0·88
92	+0·56	+0·48	−0·77	−1·17	−0·26	+0·70
93	+1·36	+0·72	+0·01	+1·10	+0·90	+2·16
94	+3·05	−0·54	−1·18	−0·22	+0·57	−0·80
Mittel	+0·43	−0·14	−0·11	−0·33	+0·06	+0·26
1795	−1·51	+0·54	+0·02	+2·71	−0·79	+2·48
96	+0·36	+0·82	+2·10	+0·47	+0·07	−1·33
97	+2·15	+1·77	+2·20	+1·18	+0·83	+1·29
98	+0·37	+0·88	+1·81	−0·51	−0·45	−3·54
99	−0·28	+0·71	−0·19	+0·18	+0·78	−2·82
1800	−0·26	+1·69	+0·42	−0·49	+2·01	+0·35
01	+0·10	−1·08	+1·56	+1·99	+1·95	+1·13
02	+1·13	+1·88	+0·56	+3·06	+2·06	+1·57
03	+0·53	+0·30	−1·93	−0·51	+1·46	+0·42
04	+0·44	−0·28	+1·09	+0·43	−2·26	−2·24
Mittel	+0·30	+0·72	+0·76	+0·85	+0·57	−0·27
1805	−1·11	−1·37	+0·16	−2·93	−2·04	+0·40
06	−0·01	−0·38	+0·78	−0·84	+1·76	+3·70
07	+1·50	+4·94	+0·33	+1·21	+2·13	+0·63
08	+1·50	+2·03	+1·34	−1·10	−0·10	−3·51
09	+0·50	+0·80	+0·31	−1·35	−0·53	+1·90
10	+0·36	+0·36	+2·44	−0·22	+0·19	+2·24
11	+2·86	+1·25	+0·54	+3·58	+1·42	+0·35
12	−0·69	−0·28	−1·13	+1·98	−0·62	−3·77
13	−1·13	−1·57	−1·16	−0·30	−0·02	+1·06
14	+0·86	+0·03	−2·25	−0·98	+0·56	+2·36
Mittel	+0·46	+0·58	+0·14	−0·09	+0·28	+0·54

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1815	—1·05	+2·43	+2·24	+0·41	+0·85	+0·37
16	+1·86	—0·65	—0·05	+0·32	—0·62	—0·64
17	+3·21	+3·82	+0·74	—3·87	+0·86	+2·27
18	+2·78	+0·82	+1·99	+2·21	+0·19	+0·63
19	+1·22	+2·06	+2·09	+1·43	—0·43	+1.09
20	—2·38	+0·54	—0·73	+1·96	+2·28	—1·11
21	+2·23	—1·56	—0·59	+1·89	—0·50	—3·01
22	+2·84	+1·64	+3·59	+1·23	+1·52	+1·57
23	—4·54	+0·69	+0·93	—0·11	+0·76	—0·59
24	+1·74	+2·30	+0·17	—0.54	—0·43	—0·59
Mittel	+0·79	+1·21	+1·04	+0·49	+0·45	0·00
1825	+3·16	+0·51	—1·52	+1·18	+0·18	—0·24
26	—3·64	—2·11	+1·03	+0·06	—2·22	—0·31
27	+0·68	—2·92	+1·66	+1·83	+1·60	+1·26
28	+0·19	—2·21	+1·01	+1·48	+0·11	+0·30
29	—1·66	—3·78	—1·74	—0·05	—1·95	—2·62
30	—5·31	—3·22	—0·31	+1·12	—0·08	+0·40
31	—1·42	+0·27	+0·67	+2·41	—0·59	—1·79
32	+0·55	+0·62	+0·17	+0·02	—1·59	—1·39
33	—3·35	+2·34	+0·37	—1·26	+2·88	+1·27
34	+4·67	+0·33	—0·16	—0·99	+2·55	+1·72
Mittel	—0·61	—1·02	+0·12	+0·58	+0·09	—0·14
1835	+1·72	+1·47	+0·49	—0·92	+0·58	0·00
36	—0·08	+0·30	+3·97	+0·18	—2·64	+0·37
37	+0·18	—2·45	—1·81	—0·95	—2·37	—1·23
38	—5·12	—3·90	—0·35	—2·21	—0·40	—0·59
39	+1·10	+0·73	—2·16	—3·62	—1·68	+1·21
40	+1·01	—0·88	—3·61	—0·32	—1·27	—0·80
41	+0·31	—3·34	+0·80	+1·16	+2·22	—0·87
42	—2·83	—4·61	+0·63	—1·75	—0·04	—0·35
43	+1·93	+4·10	—1·37	—0·39	—1·78	—2·42
44	—0·16	1·01	—1·56	+0·25	—0·67	+0·14
Mittel	—0·19	—0·96	—0·50	—0·86	—0·80	—0·45
1845	+1·78	—3·35	—4·13	+0·34	—2·54	+0·87
46	+2·32	+1·76	+1·57	+0·97	+0·46	+0·93
47	—1·66	—0·47	—1·37	—1·48	+1·61	—2·64
48	—4·88	+1·29	+1·20	+1·83	—0·81	+1·21
49	—0·84	+2·60	—0·68	—1·30	—0·45	+0·53
50	—2·93	+2·43	—2·10	+0·33	—0·32	—0·02
51	+0·39	—0·15	+0·80	+0·66	—3·05	—0·82
52	+2·12	+1·60	—2·31	—2·78	—0·36	+0·14
53	+2·12	—0·81	—2·66	—2·97	—0·78	—0·37
54	+0·45	—0·32	—0·51	—0·73	+0·15	—1·42
Mittel	—0·11	+0·46	—1·02	—0.51	—0·61	—0·16

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1815	−1·31	−1·07	−0·99	+0·12	−0·80	−2·72
16	−1·37	−1· 0	−0·64	−0·81	−0·17	−1·15
17	+0·01	−0·01	+0·76	−2·33	+1·32	+0·33
18	+0·41	−0·48	+0·59	+0·79	+0·86	−1·16
19	+0·81	−0·22	+0·87	−0·10	+0·73	−1·03
20	−0·79	+2·58	−0·55	+0·09	−0·27	−1·33
21	−1·54	−0·55	+0·69	−0·22	+2·16	+3·06
22	+1·35	−0·06	+0·41	+2·06	+0·65	−0·39
23	−1·17	+0·37	+0·53	+1·07	+0·50	+1·20
24	−0·04	−0·31	+1·53	+0·54	+1·66	+4·16
Mittel	−0·36	−0·09	+0·32	+0·12	+0·66	+0·10
1825	−0·54	−0·34	−0·45	−1·77	+1·95	+3·27
26	+1·52	+2·28	+0·86	+0·81	−0·11	+1·94
27	+1·83	−0·82	−0·37	+0·77	−3·16	+0·99
28	+0·81	−1·28	−0·52	−1·13	+0·69	+1·65
29	−0·14	−2·40	−0·14	−2·18	−3·41	−5·95
30	+0·20	+0·18	−1·64	−1·74	+0·97	+1·29
31	+0·51	−0·79	−1·79	+1·96	+0·05	−0·16
32	−1·11	+0·54	−0·60	−0·02	−1·36	−1·20
33	−2·08	−2·58	−1·05	−0·61	+0·44	+4·19
34	+2·79	+1·48	+3·02	−0·14	−0·68	+1·41
Mittel	+0·38	−0·37	−0·28	−0·40	−0·46	+0·74
1835	+1·10	+0·41	+0·26	−0·82	−3·56	−1·79
36	−0·30	−0·56	−0·72	+0·85	−0·74	+2·60
37	−2·72	+1·12	−2·01	−0·91	−0·56	−0·82
38	−1·15	−1·99	+0·15	−1·83	−0·47	−0·71
39	+0·60	−1·96	+0·41	+0·96	+1·73	+0·83
40	−1·32	−1·67	−0·06	−2·15	+2·27	−7·59
41	−0·89	−0·88	+0·63	+1·95	+0·46	+2·40
42	−0·46	+1·62	−0·27	−2·69	−1·51	+1·40
43	−1·05	−0·48	−1·32	−0·73	−0·34	+2·72
44	−1·99	−2·21	+0·07	+0·87	+1·73	−3·48
Mittel	−0·82	−0·65	−0·29	−0·45	−0·10	−0·44
1845	+0·15	−1·89	−1·28	+0·28	+1·05	+2·13
46	+2·06	+0·83	+0·43	+2·40	−1·69	−1·46
47	−0·46	+0·35	−1·83	−1·76	−1·24	+0·24
48	−0·55	−0·84	−0·57	+0·91	−0·16	−0·53
49	−1·00	−2·23	−1·23	−0·59	−1·20	−1·54
50	−1·12	−0·05	−1·88	−1·05	+1·37	+0·30
51	−1·49	−1·04	−1·98	+1·58	−2·01	+0·03
50	+0·81	−0·20	−0·08	−1·39	+2·34	+2·53
53	+0·08	−0·31	−0·38	+0·39	−1·17	−3·76
54	−0·57	−1·71	−1·13	−0·51	−1·60	+2·22
Mittel	−0·21	−0·71	−0·99	+0·03	−0·43	+0·02

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1855	—0·74	—3·40	—0·37	—1·60	—1·13	+0·12
56	+1·28	+1·77	—2·03	+1·28	—0·60	+0·80
57	+0·12	—2·96	—0·85	+0·10	—1·08	—0·54
58	—1·39	—6·14	—1·42	—0·77	—1·65	+1·44
59	+0·85	+2·06	+2·70	+0·22	—0·47	—0·22
60	+2·35	—0·76	—0·65	—0·53	+0·09	—0·18
61	—1·59	+2·42	+1·30	—1·64	—2·54	+0·95
62	—0·73	—0·52	+2·23	+1·86	+0·85	—0·54
63	+3·90	+2·15	+2·02	—0·61	+0·62	—0·05
64	—4·01	—0·49	+1·53	—2·61	—2·65	—0·22
Mittel	0·00	—0·59	+0·45	—0·43	—0·86	+0·16

Tafel

Monatmittel der Temperatur an

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1852	—	—	—	—	—	—
53	+0·78	—0·16	+0·85	+5·21	+11·69	+14·70
54	—0·81	+0·24	3·15	7·59	12·82	13·80
55	—2·08	—2·73	3·52	6·61	11·28	15·27
56	+0·12	+2·29	1·70	9·59	12·02	16·09
57	—1·21	—2·29	2·76	8·31	11·65	14·80
58	—2·66	—5·46	2·19	7·44	10·86	16·62
59	—0·41	+2·62	6·32	8·35	12·23	15·16
60	+1·08	—0·19	2·27	7·56	12·77	15·15
61	—3·42	+2·42	4·54	6·08	9·81	15·71
62	—2·22	—0·01	5·69	10·26	13·16	14·38
63	+2·57	+2·65	5·52	7·45	13·16	14·97
64	—5·28	+0·03	4·93	5·50	13·79	14·84

Tafel

Temperatur-Differenzen Central-

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1852	—	—	—	—	—	—
53	—0·01	+0·14	—0·03	+0·02	—0·14	—0·16
54	+0·07	+0·05	+0·12	+0·16	+0·06	—0·01
55	—0·01	+0·16	+0·35	+0·05	—0·20	—0·08
56	+0·17	+0·01	+0·19	+0·15	+0·01	+0·06
57	0·00	+0·16	+0·07	+0·05	+0·12	+0·11
58	+0·06	+0·17	+0·07	+0·05	—0·10	—0·05
59	+0·07	+0·05	+0·08	—0·03	+0·09	+0·15
60	+0·06	+0·06	—0·62	—0·07	+0·07	+0·10
61	—0.50	—0·51	—0·30	—0·44	—0·26	—0·47
62	—0·16	0·00	—0.08	+0·24	—0·30	—0·31
63	0·00	—0·01	—0·04	—0·10	—0·07	—0·21
64	+0·06	+0·01	—0·14	—0·05	—0·17	—0·17
Mittel	—0·016	+0·024	—0·027	+0·002	—0·074	—0·087

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1855	—0·52	—0·06	—0·72	+2·16	+0·02	—4·81
56	—2·08	+0·58	—1·39	+0·07	—2·82	—0·95
57	+1·09	+0·89	+0·41	+2·41	—1·55	+1·03
58	—0·60	—1·27	+1·23	+1·04	—3·58	+0·40
59	+2·45	+1·23	—0·77	+0·99	—0·78	—2·70
60	—2·36	—0·75	+0·14	—1·12	—1·48	—0·60
61	+0·16	+1·28	+1·12	+0·72	+0·20	—1·18
62	+0·10	—1·26	+0·71	+1·41	—0·17	- 0·49
63	—0·59	+1·23	+0·75	+1·52	+0·83	+1·76
64	—1·65	—2·39	—0·28	—1·41	—0·77	—2·97
Mittel	—0·40	—0·05	+0·12	+0·78	—1·01	—1·05

IV.

der k. k. Central-Anstalt.

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1852	—	—	+12·42	+ 6·78	+5·77	+2·68
53	+16·57	+15·75	12·17	8·74	+2·39	—3·48
54	16·14	14·51	11·76	8·25	+1·92	+2·60
55	16·03	16·07	11·91	10·57	+3·56	—4·50
56	14·34	16·57	11·41	8·43	+0·75	—0·69
57	17·50	16·99	13·20	10·71	+1·96	+1·24
58	15·83	14·74	14·11	9·47	—0·17	+0·67
59	19·13	17·52	11·86	9·35	+2·64	—2·42
60	14·10	15·52	12·92	7·25	+1·88	—0·68
61	16·20	17·01	13·29	8·71	+3·23	—1·24
62	16·47	14·91	13·41	9·54	+3·25	—0·33
63	15·86	17·45	13·46	9·92	+4·20	+1·92
64	14·63	13·57	12·40	6·95	+2·64	—2·70

V.

Anstalt — Sternwarte.

Jahr	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1852	—	—	—0·28	—0·20	+0·05	—0·02
53	—0·12	—0·18	—0·23	—0·02	+0·18	+0·11
54	+0·10	—0·02	+0·11	+0·39	+0·14	+0·21
55	—0·06	—0·11	—0·15	+0·04	+0·16	+0·14
56	—0·19	—0·25	+0·02	—0·01	+0·19	+0·09
57	—0·20	—0·14	+0·01	—0·07	+0·13	+0·04
58	—0·18	—0·23	+0·10	+0·06	+0·03	+0·10
59	+0·07	+0·05	—0·15	—0·01	+0·04	+0·11
60	—0·15	+0·03	0·00	0·00	—0·02	—0·25
61	—0·57	—0·51	—0·61	—0·38	—0·35	—0·23
62	—0·24	—0·07	—0·08	—0·24	+0·04	—0·01
63	—0·16	—0·02	—0·07	+0·03	—0·01	—0·01
64	—0·33	—0·28	—0·10	—0·01	+0·03	+0·10
Mittel	—0·169	—0·144	—0·119	—0·035	+0·051	+0·032

Tafel

Tagesmittel der

Tag	1775–1784	1785–1794	1795–1804	1805–1814	1815–1824	1825–1834	1835–1844
				Jänner			
1	−2·10	−1·88	−1·16	−0·91	−1·45	−0·75	−2·32
2	−2·81	−1·31	−1·80	−0·98	−2·29	−1·08	−2·66
3	−2·73	−1·53	−0·64	−0·45	−1·26	−1·95	−1·78
4	−3·10	−1·38	−0·93	−1·40	−1·77	−1·78	−1·05
5	−3·06	−1·27	−1·25	−2·48	−1·68	−3·17	−1·33
6	−2·47	−2·65	−0·67	−1·95	−1·54	−4·34	−2·08
7	−2·37	−3·12	−0·68	−1·20	−1·62	−3·62	−2·63
8	−2·43	−2·17	−1·15	−0·85	−2·72	−2·95	−3·10
9	−1·44	−2·19	−1·50	−0·11	−2·81	−2·30	−3·69
10	−1·61	−2·10	−2·13	−1·56	−2·26	−2·06	−3·69
11	−1·47	−1·50	−3·19	−1·67	−1·36	−1·80	−2·40
12	−1·08	−0·62	−3·85	−1·95	−0·14	−1·60	−2·62
13	−1·11	−0·97	−2·92	−1·86	+0·15	−1·34	−2·88
14	−1·48	−0·81	−2·14	−2·68	−0·17	−0·20	−1·87
15	−1·49	−0·86	−1·22	−2·00	−0·52	−0·84	−1·71
16	−1·07	+0·14	−1·63	−1·97	−0·11	−1·97	−1·98
17	−1·30	+1·15	−1·29	−1·67	+0·17	−2·78	−2·10
18	−2·08	−0·25	−1·20	−2·52	+0·14	−2·23	−1·06
19	−1·62	+0·05	−0·72	−1·47	+0·55	−2·30	−0·87
20	−1·27	+0·28	−0·78	−1·30	+0·84	−2·11	−0·20
21	−1·35	+0·30	+0·38	−1·72	+1·48	−2·64	−1·36
22	−1·05	−0·56	−0·55	−1·26	+0·63	−2·14	−2·31
23	−2·01	−0·20	−0·52	−1·87	−0·67	−1·85	−3·20
24	−1·46	+0·86	−1·13	−2·53	0·00	−1·19	−1·67
25	−1·54	+0·85	−0·56	−1·46	+0·54	−1·49	−0·43
26	−2·59	−0·15	−0·86	−3·06	−0·44	−2·53	+0·07
27	−3·76	+0·24	−0·07	−2·38	−0·09	−1·04	−0·31
28	−3·26	+1·17	+0·88	−2·13	+0·04	−0·79	−0·26
29	−2·56	+0·77	+0·82	−1·55	+0·03	−0·62	−0·24
30	−1·65	+1·90	+0·15	−0·88	+0·52	−2·21	+0·15
31	−2·50	+2·14	+0·20	−0·25	+0·70	−2·04	−0·07
				Februar			
1	−2·44	+1·74	+1·23	−0·58	+1·04	−2·20	−0·65
2	−1·92	+1·62	+1·34	−1·52	+0·33	−1·88	−1·57
3	−1·23	+1·56	+1·27	−1·03	+0·87	−1·51	−1·24
4	−0·09	+1·42	+0·42	−0·11	+1·04	−1·60	−1·08
5	−0·60	+1·45	−0·44	+0·81	+1·57	−1·29	−2·14
6	−0·55	+1·69	−0·87	+0·78	+1·56	−0·72	−0·88
7	+0·12	+2·40	−2·03	+2·10	+1·84	−1·05	−2·49
8	+0·43	+2·42	−1·94	+1·11	+1·50	−1·13	−1·75
9	+0·20	+2·21	−1·63	+1·25	+0·76	−1·48	−0·98
10	+0·16	+1·68	−1·42	+2·28	+1·05	−1·63	−0·15

VI.

Temperatur in Wien.

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
			Jänner				
1	—1·78	+0·35	—1·33	+8·8	1860	—11·2	1849
2	—1·67	—0·73	—1·70	8·5	1860	—11·2	1849
3	—3·29	—1·96	—1·73	4·3	1825	—10·5	1861
4	—3·16	—2·01	—1·84	6·0	1782	—11·6	1795
5	—2·83	—1·49	—2·06	7·8	1782	—12·0	1784
6	—2·80	—1·47	—2·22	5·9	1860	—12·0	1786
7	—2·28	—1·77	—2·14	7·3	1783	—12·6	1789
8	—2·47	—0·67	—2·06	6·0	1783	—11·5	1789
9	—2·14	—1·72	—1·99	6·5	1783	—13·4	1849
10	—1·49	—2·87	—2·20	8·7	1783	—13·4	1820
11	—1·56	—0·82	—1·75	9·5	1832	—10·8	1823
12	—1·75	—0·95	—1·62	8·7	1783	—12·9	1838
13	—2·26	—2·05	—1·69	6·7	1783	—12·0	1833
14	—2·68	—2·61	—1·63	9·9	1796	—10·7	1810
15	- 0·92	—3·17	—1·41	7·2	1796	—12·6	1795
16	—0·54	· 2·78	—1·32	9·0	1818	—11·3	1861
17	—0·40	—4·13	—1·37	8·9	1818	—11·6	1864
18	—0·52	—3·51	—1·47	6·5	1796	—10·9	1864
19	—0·90	—2·52	—1·09	5·9	1796	—12·3	1776
20	- 1·06	—1·05	—0·74	5·6	1863	—10·4	1799
21	—1·59	—1·75	—0·92	6·5	1804	- 12·3	1850
22	—1·82	—0·67	—1·08	7·1	1828	—16·0	1850
23	—1·08	—0·50	—1·32	8.1	1846	—12·7	1850
24	+0·51	+0·64	—0·66	10·6	1834	—10·9	1813
25	+0·28	+0·96	—0·32	11·4	1834	—10·1	1813
26	+0·71	+1·09	—0·86	8·4	1846	—12·4	1830
27	—1·37	+0·52	—1·02	10·8	1834	—14·2	1776
28	—1·88	+0·29	—0·66	9·8	1834	—15·7	1776
29	—1·28	—1·29	—0·66	7·9	1849	—15·7	1776
39	—1·12	—0·97	—0·46	8·0	1843	—15·3	1830
31	—0·81	—1·32	—0·44	7·7	1809	—15·1	1830
			Februar				
1	+1·11	—0·01	—0·09	9·9	1796	—14·3	1776
2	+2·10	—0·32	—0·20	7·7	1796	—13·2	{1776 1830
3	+1·13	—1·04	—0·14	6·0	1783	—13·2	1830
4	+0·63	—1·08	—0·05	8·4	1775	—10·7	1830
5	+1·04	—0·24	+0·02	6·9	1762	— 8·8	1837
6	+1·49	+1·11	+0·40	8·2	1783	—11·1	1837
7	+2·20	—0·16	+0·33	8·9	1863	—11·6	1803
8	+1·48	—0·16	+0·22	8·5	1863	—10·0	1799
9	+1·23	—0·63	+0·11	9·4	1856	—10·3	1799
	—0·26	—0·57	+0·13	8·9	1856	— 9·4	1799

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
11	+1·16	+1·00	—1·35	+1·60	+1·63	—1·43	—0·94
12	+0·68	+1·42	—0·33	+1·29	+0·91	—0·01	—1·46
13	+0·13	+0·87	—1·16	+1·28	+0·70	—1·13	—1·91
14	+1·21	+1·30	—1·52	+1·10	+0·72	—1·84	—1·76
15	+0·88	+1·92	—0·39	+1·02	+0·56	—1·76	—0·77
16	—0·03	+1·23	+0·41	—0·06	+1·64	—1·73	—0·44
17	—0·44	+0·76	+0·91	—0·78	+1·88	—0·93	+0·57
18	+0·07	+1·31	+0·20	+0·36	+1·94	—1·02	+0·31
19	+0·18	+0·94	+0·76	+0·60	+1·49	—0·05	—0·47
20	—0·10	+1·50	+0·08	—1·02	+1·86	+0·25	—0·67
21	+0·15	+1·61	+1·10	—1·18	+2·75	+0·82	-0·35
22	+1·43	+2·05	+1·42	—1·09	+2·38	+1·32	+0·19
23	+1·77	+1·03	+2·24	+0·60	+2·85	+1·24	+0·36
24	+2·60	+2·23	+1·67	+0·83	+3·40	+0·99	+0·97
25	+2·79	+2·86	+1·77	+1·36	+4·10	+0·92	+1·15
26	+3·33	+1·94	+1·79	+2·57	+3·81	+0·83	+1·82
27	+2·97	+1·60	+1·86	+2·76	+2·84	+0·31	+2·65
28	+2·70	+0·22	+1·21	+2·24	+2·00	+3·12	+1·71
				März			
1	+2·84	0·98	1·51	0·80	3·18	2·28	0·52
2	2·87	1·49	1·81	1·88	3·03	1·94	0·20
3	2·61	1·71	1·92	2·42	3·18	2·23	1·65
4	2·49	2·23	2·65	2·77	3·62	2·37	0·94
5	2·43	2·27	1·15	3·11	3·04	2·33	1·86
6	3·73	2·29	0·74	2·29	3·78	2·81	1·94
7	4·69	2·04	1·36	2·02	3·91	3·23	2·15
8	4·54	2·08	1·72	2·06	3·81	3·51	2·72
9	4·49	1·64	1·69	3·01	3·87	3·24	1·99
10	4·72	1·15	1·62	2·38	4·65	3·68	1·69
11	4·54	0·33	1·81	2·12	4·56	2·92	2·28
12	4·32	1·44	1·13	2·73	4·18	2·74	3·51
13	3·56	2·20	1·28	3·14	4·75	3·35	4·59
14	3·43	2·92	1·77	2·56	4·71	3·32	3·88
15	3·75	3·40	2·57	2·49	4·05	3·44	4·70
16	3·34	4·41	2·84	2·74	4·24	2·90	4·73
17	4·00	4·95	3·28	3·64	5·26	3·26	4·40
18	4·80	5·02	3·29	4·33	4·50	4·06	4·09
19	6·29	4·85	4·16	5·32	3·43	3·14	3·20
20	5·63	4·18	3·62	5·52	4·04	2·87	2·83
21	4·13	4·57	3·54	5·40	4·72	2·96	3·38
22	5·35	3·75	3·08	4·08	4·92	3·63	3·90
23	6·03	4·83	2·43	2·35	5·56	4·13	4·60
24	5·37	4·58	3·06	2·95	5·72	4·09	4·02
25	4·94	4·69	4·20	3·65	5·51	4·42	3·85

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
11	−0·59	−1·67	−0·07	7·3	1783	−10·8	1842
12	−0·47	−0·61	+0·16	8·3	1831	−10·2	1842
13	−0·29	−0·43	−0·22	6·9	1856	−9·8	1842
14	−1·09	+0·96	−0·10	8·5	1856	−10·7	1799
15	−0·49	−0·10	+0·10	8·8	1794	−8·6	1828
16	+0·93	+0·60	+0·28	8·4	1824	−12·0	1782
17	+1·49	+0·25	+0·41	7·8	1859	−9·8	1782
18	+1·76	−0·67	+0·47	6·4	1824	−6·8	{1792 {1838
19	+1·20	−1·44	+0·36	7·3	1834	−9·1	1858
20	+1·35	−0·96	+0·25	9·2	1843	−11·3	1838
21	+1·61	−0·73	+0·94	9·9	1843	−9·7	1814
22	+1·52	+0·12	+1·04	9·7	1794	−11·3	1814
23	+1·08	+0·28	+1·27	9·7	1783	−11·1	1814
24	+2·04	+0·67	+1·71	8·3	1783	−9·3	1858
25	+1·88	+0·60	+1·94	10·5	1794	−9·2	1858
26	+1·27	+1·61	+2·11	10·6	1807	−8·2	1858
27	+1·47	+1·71	+2·02	9·0	1815	−7·9	1858
28	+1·11	+1·19	+1·72	9·6	1834	−13·9	1785
			März				
1	1·56	1·86	1·73	7·7	1779	−9·3	1808
2	1·88	2·48	1·96	10·5	1779	−4·9	1785
3	2·06	2·20	2·22	9·8	1801	−5·7	1785
4	1·62	3·27	2·44	9·9	1801	−5·3	1858
5	1·45	2·91	2·28	8·6	{1798 {1846	−7·6	1821
6	2·11	3·16	2·54	10·2	1815	−7·6	1821
7	2·11	3·27	2·75	11·3	1834	−5·7	1845
8	2·31	3·18	2·88	9·8	1834	−5·2	1845
9	2·18	3·07	2·80	10·0	1811	−4·9	1845
10	1·85	2·74	2·72	10·3	1810	−5·1	1800
11	1·56	2·71	2·54	10·8	1810	−5·7	1847
12	1·80	1·98	2·65	10·9	1810	−5·1	1847
13	1·98	2·80	3·07	13·2	1859	−3·8	1852
14	2·74	3·17	3·17	13·5	1859	−4·5	1809
15	1·32	3·48	3·24	11·4	1836	−5·0	1839
16	1·27	3·99	3·38	12·0	1791	−4·5	1845
17	1·47	4·24	3·83	11·8	1791	−5·0	1850
18	2·00	4·04	4·01	10·8	1822	−4·9	1850
19	1·42	4·32	4·01	10·3	1781	−3·2	1808
20	1·65	4·20	3·84	10·3	1862	−3·9	1797
21	2·35	3·58	3.85	10·7	1812	−2·8	1853
22	1·55	5·13	3·93	11·0	1836	−4·7	1785
23	3·00	4·93	4·21	14·9	1836	−4·5	1800
24	4·49	5·59	4·43	12·5	1836	−2·9	1785
25	3·62	5·83	4·52	12·2	1839	−2·7	1785

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
26	+5·59	5·02	5·72	2·36	4·41	4·05	2·73
27	5·53	4·28	6·33	3·64	5·18	5·23	3·51
28	6·29	4·36	6·28	3·75	5·70	5·37	2·95
29	6·16	4·63	6·61	4·29	6·15	6·81	3·88
30	5·26	5·57	6·21	4·42	7·03	6·61	4·47
31	5·35	5·08	6·05	4·91	7·29	6·59	5·05

April

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
1	5·43	5·67	5·99	4·93	6·50	6·32	4·96
2	4·78	5·24	6·31	4·65	6·73	6·84	5·65
3	6·17	5·42	6·31	4·82	6·93	6·91	5·23
4	6·39	5·81	6·72	4·33	5·80	7·13	5·44
5	5·32	5·91	7·99	4·93	6·09	6·50	5·60
6	5·31	6·06	8·21	6·02	6·74	6·74	5·49
7	6·76	6·16	8·52	6·77	8·30	7·93	5·11
8	6·36	6·45	8·81	6·93	7·77	7·95	5·20
9	6·49	7·17	9·23	5·83	7·79	7·14	5·81
10	6·41	7·63	8·58	6·86	7·92	8·07	5·61
11	7·80	8·70	8·79	6·46	8·23	8·24	5·37
12	8·82	8·89	7·99	6·13	8·39	9·99	5·61
13	8·11	9·24	8·13	7·16	8·11	10·27	5·49
14	7·60	8·71	8·86	9·22	8·24	8·65	5·73
15	8·57	8·23	9·82	9·18	8·39	9·83	6·38
16	8·66	8·62	10·16	9·95	8·90	10·03	7·10
17	8·36	8·08	11·43	9·21	9·31	9·18	6·84
18	8·11	8·24	11·60	7·66	8·51	8·79	7·87
19	8·42	9·24	11·32	7·61	7·80	8·43	8·54
20	8·89	8·59	10·44	8·47	8·73	9·66	8·98
21	9·27	7·65	10·59	8·00	8·96	8·90	8·73
22	9·67	8·76	9·98	7·55	9·55	9·26	9·69
23	10·38	8·76	9·84	8·21	10·23	8·96	9·03
24	10·51	9·39	9·78	8·35	9·37	9·75	9·03
25	10·86	10·11	10·45	8·95	10·62	10·05	9·27
26	9·65	10·61	11·36	7·83	9·83	9·63	9·18
27	8·27	10·53	12·41	9·26	10·96	9·39	10·04
28	8·79	10·90	12·40	9·56	10·90	9·77	10·42
29	9·88	11·34	11·70	9·92	11·54	10·55	9·57
30	9·95	12·10	12·07	10·06	11·34	11·18	9·62

Mai

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
1	10·55	12·18	12·12	10·52	11·72	11·45	9·96
2	11·04	10·81	12·29	12·10	11·83	11·58	10·75
3	11·06	10·68	13·35	12·76	12·12	12·74	10·95
4	11·29	10·22	12·91	12·24	11·91	12·97	11·67
5	11·01	10·31	12·60	11·87	11·09	12·77	11·67

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
26	3·67	5·46	4·33	11·3	1792	—3·3	1785
27	3·78	5·47	4·66	10·2	1826	—4·2	1768
28	4·04	6·04	5·04	12·2	{1815 1862	—2·7	1808
29	5·05	5·79	5·49	12·5	1862	—1·9	1808
30	4·67	5·71	5·55	12·5	1780	—2·1	1808
31	5·34	5·07	5·64	13·7	1815	—2·1	1850
April							
1	5·72	6·20	5·75	12·2	1830	—1·3	1850
2	6·03	6·48	5·86	12·7	1823	—1·3	1799
3	6·87	7·06	6·19	13·9	1815	—1·8	1799
4	7·05	8·48	6·35	13·9	1830	—1·2	{1799 1809
5	7·08	8·24	6·41	12·3	1848	—0·3	1777
6	7·51	7·72	6·64	13·8	1814	—0·4	1839
7	7·92	7·87	7·26	15·3	1779	—1·2	1809
8	7·87	7·60	7·22	14·2	1818	—1·5	1864
9	7·68	6·74	7·10	14·2	1818	—1·3	1842
10	6·86	7·25	7·24	14·1	1800	—0·8	1812
11	6·05	7·08	7·41	13·3	{1816 1818	+0·5	1812
12	7·16	7·17	7·79	14·7	1816	+1·9	1817
13	7·38	7·17	7·90	14·5	1820	+0·6	1839
14	7·53	7·43	8·00	15·3	1806	—0·2	1775
15	7·30	7·65	8·37	15·3	1779	+0·3	1853
16	6·38	6·20	8·44	16·3	1820	—1·4	1852
17	6·19	7·33	8·44	15·8	1800	—0·6	1852
18	6·29	7·83	8·32	16·5	1800	+1·3	1852
19	7·10	7·52	8·44	18·2	1800	—0·2	1807
20	7·87	8·45	8·90	16·7	1800	+1·0	1807
21	9·02	8·66	8·86	17·1	1800	+0·9	1807
22	8·97	8·71	9·13	17·3	1800	+2·0	1817
23	9·15	7·31	9·10	15·7	1800	+1·9	1817
24	8·23	7·33	9·08	15·5	1800	+2·8	1855
25	8·87	7·83	9·56	16·9	1800	+0·7	1857
26	8·96	8·64	9·52	18·1	1800	+1·6	1857
27	8·29	9·24	9·82	18·6	1800	+3·7	1806
28	8·55	9·10	10·04	19·2	1800	+2·5	1817
29	9·27	8·58	10·26	19·8	1800	+2·4	1814
30	9·01	8·79	10·46	19·8	1818	+2·2	1782
Mai							
1	8·94	9·66	10·79	18·8	1818	2·8	1826
2	9·72	9·31	11·05	18·7	1789	2·2	1786
3	9·57	8·65	11·32	17·9	1800	3·3	{1850 1861
4	10·13	8·70	11·34	19·4	1795	3.2	1864
5	9·31	9·14	11·09	19·8	1795	3·1	1864

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
6	+10·71	+10·97	+12·23	+12·39	+12·06	+12·49	+11·69
7	10·94	11·40	13·49	12·19	13·11	13·26	11·81
8	11·58	11·82	13·78	12·47	13·61	12·97	11·51
9	12·07	12·67	13·33	13·51	13·35	12·66	11·03
10	12·83	13·05	12·55	12·93	12·93	12·08	9·63
11	13·01	12·15	11·37	12·06	13·16	11·96	8·88
12	13·79	11·55	11·62	12·84	13·00	12·76	9·86
13	12·88	11·95	11·93	12·58	14·24	12·37	10·41
14	12·76	12·59	11·47	12·84	13·38	11·56	10·55
15	14·18	12·76	11·97	14·12	12·58	12·04	10·87
16	13·65	12·32	12·27	14·59	13·13	12·06	10·62
17	13·40	11·94	12·30	14·74	12·64	11·21	11·06
18	13·51	12·36	13·28	15·26	13·63	11·58	12·07
19	12·77	12·23	13·04	13·88	13·95	11·85	11·90
20	12·73	12·63	14·57	13·67	14·08	12·76	11·79
21	12·18	12·90	14·47	13·96	14·72	13·55	13·28
22	13·30	12·74	14·05	14·63	12·77	13·82	12·97
23	12·73	12·49	14·11	14·57	12·79	13·13	12·72
24	12·84	13·44	14·85	14·08	13·26	13·90	12·07
25	13·20	14·38	13·68	12·88	13·29	14·23	12·65
26	14·13	14·91	13·84	13·87	13·79	12·96	11·65
27	13·67	15·58	14·37	14·43	13·75	12·61	11·94
28	13·05	15·30	14·49	14·78	12·61	12·19	13·18
29	13·10	14·50	15·70	15·11	12·44	13·00	14·21
30	13·44	13·96	15·63	15·35	12·56	13·82	14·14
31	13·75	12·48	15·01	15·03	12·90	13·48	14·29
Juni							
1	+13·73	+12·06	+15·03	+14·17	+13·68	+12·63	+13·30
2	14·47	12·95	15·45	14·84	14·68	13·41	14·25
3	15·13	14·02	16·27	14·45	14·76	14·58	13·61
4	15·59	14·44	16·01	14·58	15·22	14·66	13·28
5	15·93	13·80	16·11	14·39	15·15	14·56	12·73
6	15·60	13·90	15·79	14·63	15·27	13·96	12·83
7	15·11	14·58	16·23	14·95	14·98	13·48	12·10
8	14·89	14·73	16·51	14·74	15·13	13·72	13·33
9	14·99	15·39	16·54	15·16	15·65	13·60	13·75
10	15·78	15·42	16·45	14·75	15·90	14·53	13·86
11	15·27	16·13	16·03	14·81	16·15	14·77	14·26
12	15·78	15·85	14·91	16·01	16·08	14·74	14·49
13	16·33	16·00	15·31	15·42	15·98	15·64	15·44
14	15·43	15·22	14·03	15·15	16·12	15·86	15·78

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
6	+ 8·48	+ 8·56	+11·06	+18·6	{1795 {1825	+ 2·8	1861
7	10·53	9·25	11·78	19·8	1825	5·5	1776
8	11·50	10·30	12·17	19·3	1834	5·2	1855
9	11·39	10·05	12·23	20·0	1834	3·7	1836
10	11·55	10·56	12·01	18·3	1834	4·6	1836
11	12·55	12·05	11·80	19·5	1819	3·7	1836
12	13·53	12·22	12·35	19·7	1834	4·0	1837
13	12·37	11·92	12·29	20·2	1834	6·2	1814
14	11·55	12·21	12·10	19·0	1820	5·1	1825
15	11·10	12·63	12·47	19·5	1820	7·3	1825
16	12·26	13·00	12·66	19·3	{1798 {1833	4·0	1825
17	12·79	12·39	12·50	20·0	1798	3·8	1825
18	11·80	12·42	12·88	20·6	1798	5·9	1861
19	11·98	12·67	12·70	20·7	1797	4·8	1861
20	11·34	12·21	12·86	21·2	1797	5·3	1855
21	11·35	12·31	13·25	21·7	1797	6·3	1775
22	12·19	13·09	13·28	19·8	{1797 {1841	6·7	1798
23	13·51	13·16	13·25	20·2	1841	5·9	1798
24	13·89	12·75	13·45	20·2	1784	5·3	1781
25	13·77	12·61	13·41	21·3	1784	5·8	1781
26	13·77	12·49	13·49	21·0	1784	6·9	1839
27	13·53	11·93	13·53	21·0	1784	5·4	1836
28	13·92	13·25	13·64	20·2	1811	6·2	1836
29	13·60	13·28	13·88	20·7	1797	7·7	1860
30	13·10	14·22	14·02	20·0	1856	8·1	1818
31	13·41	14·40	13·86	19·8	1806	8·5	1784
Juni							
1	+13·65	+14·05	+13·59	+21·7	1811	+ 6·7	1793
2	13·89	14·71	14·29	23·2	1811	6·9	1793
3	14·47	15·03	14·70	20·2	1811	9·0	1829
4	14·81	14·96	14·84	19·9	1856	8·1	1840
5	14·70	15·46	14·76	21·2	1856	8·6	1796
6	15·11	15·38	14·72	22·0	1809	9·0	1813
7	15·09	15·38	14·66	19·7	1804	7·0	1841
8	15·19	16·08	14·92	21·2	1804	8·5	1838
9	14·34	16·57	15·11	21·7	1811	7·9	1838
10	13·39	15·92	15·11	21·1	1795	8·7	1829
11	14·31	15·52	15·25	22·3	1795	8·2	1847
12	14·79	16·14	15·42	20·9	1811	9·0	1847
13	15·28	16·03	15·71	21·1	{1802 {1811	7·7	1847
14	14·43	15·98	15·33	20·8	{1794 {1817	8·5	1801

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
15	+15·62	+14·85	+12·95	+16·16	+16·60	+15·57	+16·04
16	14·77	15·91	13·44	15·87	15·82	15·43	15·32
17	15·70	15·63	14·14	15·97	14·45	14·30	15·34
18	15·41	14·85	13·72	14·36	13·93	14·17	15·27
19	14·58	16·34	14·18	13·30	14·67	13·97	14·84
20	15·92	16·49	15·13	14·68	14·85	14·94	13·60
21	15·42	15·97	14·87	14·67	14·75	15·82	15·08
22	15·18	16·02	14·01	15·34	14·83	16·23	16·87
23	15·39	15·92	14·00	14·66	14·69	16·02	17·10
24	15·33	16·50	13·90	14·18	14·54	16·56	15·87
25	16·09	16·48	15·42	15·10	14·14	15·32	16·13
26	15·59	15·78	15·86	16·18	14·53	16·15	15·87
27	15·63	15·66	16·31	15·74	15·49	16·38	15·01
28	15·66	16·93	15·72	15·64	15·97	16·23	15·28
29	15·90	17·29	16·10	15·66	15·38	16·76	14·97
30	16·42	17·71	16·60	16·78	15·51	16·13	14·69
Juli							
1	+15·81	+17·80	+16·17	+15·48	+15·63	+17·11	+14·12
2	16·04	16·53	16·64	15·99	14·98	16·92	14·14
3	15·74	16·49	16·92	15·73	15·81	16·38	14·77
4	16·63	16·70	16·40	15·48	15·77	16·05	15·04
5	15·97	16·80	15·75	14·75	15·98	16·23	16·29
6	16·08	15·46	17·25	15·56	16·07	16·06	16·79
7	16·45	15·79	16·81	15·75	16·56	17·51	16·31
8	15·96	16·59	17·82	16·23	15·59	17·20	16·19
9	15·40	17·04	17·79	17·04	15·57	16·39	15·83
10	15·36	17·17	17·43	17·43	16·35	16·31	16·14
11	16·71	17·18	16·77	16·50	15·98	16·89	15·45
12	16·10	16·84	16·35	17·10	15·74	17·46	16·14
13	16·53	16·74	15·74	17·49	15·31	17·20	16·76
14	16·58	16·19	15·71	18·45	15·22	18·35	16·33
15	16·69	16·59	16·34	17·55	15·75	17·50	16·74
16	16·69	16·51	15·75	17·20	15·96	16·59	16·60
17	17·38	18·08	15·58	17·20	14·51	16·54	16·38
18	16·30	17·87	15·86	16·63	15·28	16·97	17·72
19	16·65	17·90	16·55	15·63	16·45	17·85	17·02
20	16·36	18·24	17·84	16·57	16·51	17·56	17·29
21	16·93	16·65	17·64	16·81	17·47	17·09	16·23
22	17·88	15·82	16·68	17·60	16·54	16·44	14·19
23	16·28	16·83	15·73	17·34	16·96	16·16	14·21
24	17·17	17·18	16·17	17·43	16·33	16·60	13·82
25	17·42	16·57	16·44	17·63	16·83	16·39	14·61
26	17·98	16·69	16·38	18·41	16·96	15·98	13·87

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
15	+14·67	+14·92	+15·27	+20·7	1787	+ 7·5	1801
16	15·39	15·15	15·23	21·2	1834	9·2	1800
17	15·96	14·66	15·13	23·8	1811	9·4	1801
18	16·12	15·25	14·79	21·8	1807	7·8	1823
19	15·47	14·87	14·69	21·4	1788	8·1	1829
20	15·91	15·09	15·18	21·3	1788	7·7	1821
21	15·27	15·13	15·22	22·2	1788	8·5	1779
22	15·94	14·50	15·44	21·8	1790	9·5	1779
23	15·84	14·79	15·38	23·5	1790	9·2	1821
24	14·72	14·62	15·14	22·1	1834	9·0	1821
25	14·55	14·36	15·29	22·7	1790	9·8	1821
26	14·85	15·22	15·56	20·8	1833	9·3	1777
27	14·98	16·23	15·71	22·7	1841	10·5	1780
28	15·84	15·60	15·87	21·0	1788	10·5	1847
29	15·46	16·10	15·96	22·5	1787	9·3	1835
30	15·75	15·30	16·10	22·3	1833	9·0	1835
Juli							
1	+15·51	+14·75	+15·82	+23·6	1833	+10·9	1839
2	13·58	14·68	15·50	22·2	1827	9·0	1848
3	14·43	15·51	15·75	22·3	1827	11·1	1806
4	16·01	15·66	15·97	22·7	1781	11·5	1839
5	16·52	15·42	15·97	22·8	1822	11·5	1860
6	16·32	15·51	16·12	22·8	1819	10·3	1856
7	16·80	14·89	16·32	24·8	1819	10·8	1860
8	17·61	15·11	16·48	25·6	1819	10·7	1864
9	17·93	15·41	16·49	23·1	1800	10·8	1777
10	17·34	15·20	16·52	22·7	1800	10·3	1856
11	15·07	14·78	16·15	22·9	1802	10·3	1850
12	14·23	15·19	16·13	22·6	1832	8·8	1850
13	14·99	15·89	16·30	23·2	1832	11·3	1804
14	16·21	16·68	16·64	24·2	1808	11·1	1840
15	15·70	17·33	16·69	24·2	1782	11·0	1802
16	15·70	17·38	16·49	23·8	1782	11·6	1845
17	16·14	16·37	16·47	24·2	1782	10·8	1823
18	16·11	16·39	16·57	23·2	1793 1841	11·7	1823
19	15·49	16·78	16·70	24·2	1793	10·5	1775
20	16·31	16·42	17·01	24·0	1811	11·1	1844
21	16·26	16·74	16·87	22·9	1797	11·4	1844
22	16·64	16·76	16·51	21·7	1783 1788 1811	10·1	1793
23	17·35	16·62	16·39	23·2	1788 1794	11·4	1793
24	17·68	16·28	16·52	22·5	1794	10·3	1843
25	17·76	16·57	16·69	23·2	1782	10·7	1838
26	16·99	16·27	16·61	23·7	1782	10·6	1832

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
27	+17·96	+17·62	+16·91	+18·54	+16·39	+16·02	+14·58
28	16·90	17·28	17·19	18·58	15·71	16·55	15·17
29	16·70	16·94	17·33	17·49	16·32	16·80	15·48
30	16·97	16·48	17·95	17·28	16·66	17·09	14·38
31	17·85	16·70	18·97	17·45	17·32	17·45	14·29
August							
1	+17·22	+16·66	+18·06	+18·21	+17·59	+17·33	+13·91
2	17·43	16·51	18·60	18·69	16·63	17·12	13·88
3	17·44	15·74	18·82	17·82	16·11	17·92	15·71
4	18·16	16·19	19·10	17·53	16·77	17·51	15·79
5	18·60	15·94	18·22	16·44	16·08	17·56	16·50
6	19·38	17·05	17·16	16·72	15·89	16·15	16·06
7	19·32	17·36	16·58	16·38	16·21	14·52	15·22
8	16·70	16·74	16·82	16·47	16·07	15·70	15·22
9	16·26	17·37	17·65	16·21	16·24	16·18	14·76
10	16·02	16·92	18·05	15·76	16·20	16·25	15·47
11	16·20	17·17	17·97	16·19	16·24	15·47	16·31
12	16·36	16·81	17·83	16·31	16·88	15·31	17·59
13	17·17	16·19	18·30	16·82	16·32	16·31	16·40
14	16·96	16·10	17·37	17·09	16·49	16·19	16·47
15	17·40	16·34	17·22	15·62	16·61	16·15	16·35
16	17·63	16·14	17·31	14·63	16·98	16·48	15·98
17	16·07	16·85	16·17	15·29	15·80	14·98	16·04
18	16·33	16·67	16·33	15·84	15·60	14·95	15·72
19	15·98	15·93	16·95	16·68	15·72	15·22	15·60
20	16·44	15·00	17·10	17·03	14·94	15·25	15·37
21	16·15	14·87	16·38	16·79	15·12	15·25	16·15
22	16·66	15·05	15·11	16·28	15·19	15·53	15·92
23	16·73	15·06	15·38	16·13	15·48	15·01	15·15
24	16·45	15·05	15·69	15·57	15·04	15·39	15·40
25	16·46	14·89	15·36	16·36	15·57	15·12	13·82
26	16·02	15·25	14·34	16·27	15·92	14·45	13·90
27	15·49	14·90	14·39	16·89	15·15	14·54	14·75
28	14·70	14·48	14·70	17·10	15·08	14·35	14·66
29	14·74	14·23	14·88	17·16	15·30	14·56	15·18
30	15·12	14·00	15·03	16·78	15·32	14·17	13·92
31	15·13	14·76	15·52	17·17	15·65	14·22	13·67
September							
1	+14·69	+14·21	+15·11	+16·25	+15·40	+14·42	+13·75
2	15·22	14·93	14·13	15·15	15·00	14·06	13·38
3	14·45	15·09	13·58	14·02	15·86	13·79	14·18
4	13·95	14·50	14·14	14·17	15·23	13·37	13·93

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
27	+15·99	+16·11	+16·68	+24·2	1782	+ 8·8	1825
28	16·07	16·93	16·71	24·3	1782	11·1	1832
29	16·12	16·42	16·62	22·5	1834	11·2	1838
30	15·89	16·49	16·58	22·9	1797	10·3	1858
31	16·71	15·83	16·95	24·1	1797	11·2	1836
August							
1	+17·34	+16·03	+16·94	+23·7	1784	+11·1	1858
2	18·10	17·16	17·12	23·3	1791	10·3	1844
3	16·62	17·55	17·08	23·5	1783	11·5	1786
4	15·94	17·26	17·14	24·0	1783	10·9	1849
5	16·06	17·09	16·94	23·7	1784	11·0	1788
6	15·46	17·52	16·82	22·3	1784	11·1	1849
7	15·57	17·38	16·50	22·7	1802	11·5	1829
8	15·59	16·95	16·25	24·0	1807	11·2	1815
9	15·89	17·09	16·41	23·8	1802	10·5	1853
10	14·81	16·98	16·27	24·3	1807	9·0	1784
11	15·33	16·27	16·35	24·6	1802	9·8	1784
12	15·63	16·06	16·53	24·8	1802	9·6	1864
13	15·40	16·37	16·59	24·2	1802	10·4	1864
14	16·00	16·54	16·58	23·5	1807	9·0	1864
15	16·39	16·64	16·52	23·2	1778	9·7	1864
16	16·29	17·39	16·54	21·9	1861	11·5	1845
17	15·88	16·90	16·00	22·5	1820	12·0	1829
18	15·13	15·08	15·74	23·3	1800	10·6	1816
19	15·19	14·51	15·75	24·2	1800	10·9	1830
20	14·21	15·75	15·68	22·9	1800	9·5	1849
21	14·63	15·20	15·62	21·8	1835	9·6	1849
22	15·23	15·19	15·58	21·3	1820	10·1	1849
23	15·52	14·95	15·49	21·9	1802	10·5	1849
24	15·39	14·74	15·41	22·4	1802	9·2	1813
25	14·60	14·66	15·20	22·6	1802	10·6	1864
26	14·09	15·04	15·03	23·9	1807	9·2	1827
27	14·26	15·54	15·10	22·3	1807	10·2	1798
28	14·98	15·20	15·03	22·4	1807	9·7	1864
29	14·62	14·84	15·06	23·0	1807	8·4	1827
30	14·03	15·10	14·83	21·7	1807	8·9	1827
31	13·80	14·44	14·93	20·5	1808	9·8	1851
September							
1	+13·69	+15·89	+14·82	+21·0	{1781 {1860	+ 9·6	1851
2	13·50	15·37	14·53	21·0	1781	9·8	1844
3	13·14	14·69	14·31	21·0	1781	9·7	1856
4	13·23	14·97	14·18	21·5	1802	7·2	1856

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
5	+14·18	+14·15	+14·83	+14·09	+14·89	+13·15	+13·16
6	13·31	14·14	14·43	14·70	14·10	13·11	13·03
7	13·50	13·85	15·25	14·40	14·01	12·91	13·12
8	13·54	14·31	15·02	13·07	13·32	13·23	14·18
9	13·75	14·11	14·51	13·14	13·69	13·30	13·39
10	13·91	14·12	14·92	13·71	13·29	12·86	14·09
11	13·89	13·98	14·85	12·83	13·30	14·46	12·85
12	13·19	13·04	13·99	12·66	14·35	12·91	12·64
13	13·03	13·48	12·77	12·46	13·66	12·97	12·64
14	12·92	13·70	13·17	13·00	12·06	12·11	11·92
15	12·48	13·73	12·86	13·19	12·51	11·59	12·25
16	12·68	12·55	13·18	12·78	13·47	11·34	12·02
17	13·41	12·00	13·44	12·66	14·23	11·79	11·92
18	13·32	11·96	13·87	12·32	13·18	12·75	13·01
19	12·32	11·73	14·06	12·21	12·64	12·80	13·02
20	10·62	10·92	13·97	11·65	10·53	12·09	11·82
21	11·39	11·01	13·44	11·92	10·58	11·18	11·34
22	12·05	11·25	12·72	11·93	11·36	10·80	11·40
23	12·44	11·25	12·58	12·37	11·49	10·84	10·72
24	12·21	11·38	12·27	12·60	11·74	10·48	11·33
25	12·21	11·29	11·99	11·67	11·67	10·79	11·60
26	12·81	9·96	12·10	11·24	10·77	11·87	10·86
27	12·80	9·22	11·08	10·91	11·21	11·63	11·20
28	12·16	9·15	11·47	11·23	11·30	12·24	11·28
29	11·45	9·71	11·32	10·44	11·60	11·76	11·02
30	11·33	9·76	10·74	10·25	12·11	10·90	10·40
October							
1	+10·60	+ 9·88	+10·94	+ 9·45	+12·01	+10·95	+10·49
2	10·72	10·88	10·81	8·79	12·73	10·96	10·65
3	11·02	9·93	10·62	9·50	11·37	10·64	10·41
4	10·49	9·37	11·06	9·51	10·17	9·98	10·55
5	9·80	9·63	11·15	9·99	9·82	10·21	9·97
6	9·52	10·03	11·50	10·36	9·64	9·64	11·17
7	9·39	9·62	11·84	9·94	9·23	9·10	10·92
8	9·48	9·63	11·74	10·47	9·79	9·05	9·94
9	8·94	9·63	11·55	9·87	9·21	9·69	9·68
10	8·82	9·44	10·23	8·94	8·47	8·59	9·45
11	8·69	9·97	9·23	7·98	8·74	9·74	8·70
12	8·38	10·15	9·14	7·91	9·03	9·32	8·62

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
5	+12·65	+14·78	+13·99	+21·6	1802	+ 6·5	1814
6	12·29	13·97	13·68	21·8	1834	8·3	1814
7	12·24	13·54	13·65	19·6	1807	8·8	1814
8	11·42	13·31	13·49	20·3	1834	8·1	1850
9	11·47	13·87	13·47	21·2	1834	6·9	1851
10	11·84	13·80	13·62	19·8	1808	6·8	1850
11	12·52	12·92	13·51	19·8	1781	7·8	1850
12	12·04	12·19	13·00	20·4	1834	7·9	{1814 1850
13	11·08	11·50	12·62	19·0	1822	7·9	1803
14	11·39	11·88	12·46	18·6	1810	8·7	{1777 1831 1850
15	11·02	11·94	12·40	18·2	1810	8·6	1855
16	10·87	11·85	12·30	18·1	1796	7·0	1828
17	11·15	12·85	12·61	17·8	{1782 1854	8·5	1851
18	11·11	12·99	12·72	18·0	1834	7·1	1848
19	10·94	12·52	12·47	19·8	1834	7·4	1848
20	11·43	11·86	11·65	17·9	1797	5·2	1776
21	11·88	11·67	11·60	19·0	1834	5·0	1827
22	11·19	11·27	11·55	17·9	1835	6·8	1832
23	11·12	11·08	11·54	17·8	1796	6·9	1832
24	11·68	11·87	11·73	17·8	1797	6·0	1857
25	11·42	12·43	11·67	17·3	1785	6·3	1781
26	10·89	12·04	11·39	17·7	1783	6·7	1781
27	10·31	11·35	11·08	16·8	1799	6·6	1786
28	10·30	12·13	11·25	16·3	{1799 1817	6·8	{1791 1843
29	11·20	12·36	11·21	15·4	1799	5·9	1809
30	10·63	12·32	10 94	15·3	1836	6·4	1799
			October				
1	+11·24	+12·15	+10·86	+15·1	{1835 1839	+ 5·5	1825
2	11·23	11·24	10·89	16·5	1856	5·2	1814
3	11·60	11·14	10·69	15·6	1823	3·9	1792
4	10·36	10·75	10·25	15·0	1802	3·2	1792
5	10·35	10·51	10·16	15·0	1802	2·8	1864
6	10·19	10·78	10·31	15·2	1795	3·5	1864
7	10·14	10·51	10·08	16·0	1839	4·5	1784
8	9·71	10·67	10·05	15·1	1843	4·7	1784
9	9·43	10·46	9·83	16·4	1802	5·3	1784
10	8·81	9·24	9·11	13·0	1835	5·1	1860
11	9·08	9·49	9·07	14·7	1812	3·5	1814
12	8·68	10·19	9·05	13·9	1812	4·0	1805

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
13	+ 8·01	+ 9·92	+ 9·24	+ 8·15	+ 9·18	+ 9·88	+ 7·50
14	7·20	9·84	8·64	7·16	8·29	9·10	7·26
15	7·37	9·98	8·38	7·24	8·46	8·28	7·65
16	7·09	9·36	8·29	7·61	8·29	8·00	7·97
17	7·05	8·56	7·62	8·03	7·62	8·30	7·93
18	7·26	7·83	8·27	7·94	7·73	7·12	7·46
19	6·92	7·66	8·47	7·79	7·62	6·28	7·19
20	6·46	7·36	8·63	7·99	7·84	6·47	7·46
21	6·77	6·92	7·96	8·23	7·88	6·32	6·55
22	6·55	6·14	8·17	8·46	6·91	6·77	6·18
23	6·43	6·44	8·28	8·22	6·76	7·07	6·04
24	6·19	6·10	7·99	7·37	7·23	6·92	6·55
25	6·28	5·18	7·96	7·17	6·85	7·07	6·73
26	5·97	6·05	7·81	7·03	6·77	6·33	6·82
27	5·76	5·86	7·78	8·15	6·47	5·71	6·65
28	6·46	4·92	7·80	7·21	6·26	5·95	5·72
29	6·33	4·71	7·77	6·65	6·47	5·06	4·94
30	6·20	4·02	7·74	6·56	8·32	4·23	4·79
31	6·51	3·68	8·51	5·53	7·48	4·74	4·84
November							
1	+6·21	+4·78	+7·41	+4·86	+6·41	+5·91	+4·58
2	6·32	5·55	5·88	4·13	6·29	5·78	4·68
3	5·82	5·66	6·25	4·39	6·41	6·41	5·12
4	6·15	5·76	5·36	5·07	5·27	5·74	4·70
5	5·97	5·78	4·98	5·23	5·51	4·41	4·36
6	5·56	4·47	4·68	4·69	5·59	3·60	3·93
7	4·89	4·00	4·45	5·12	6·07	4·02	3·50
8	3·36	3·82	4·57	5·54	5·00	3·65	3·41
9	2·89	3·80	4·66	5·43	4·73	3·61	3·92
10	2·56	3·35	4·86	5·19	4·82	3·87	3·96
11	3·23	3·95	4·63	5·00	3·47	3·73	4·07
12	3·92	3·63	3·95	3·81	2·70	4·00	4·46
13	4·35	3·85	3·97	3·05	2·58	3·24	4·41
14	4·96	3·60	3·94	3·05	3·68	3·02	3·88
15	4·82	3·74	3·42	3·14	4·25	2·53	3·86
16	4·33	2·71	3·03	3·27	3·38	3·36	3·95
17	4·46	2·94	3·18	3·37	3·33	3·22	4·15
18	4·73	3·78	3·33	3·60	3·22	2·62	3·93
19	4·19	2·94	3·74	2·87	3·44	2·56	3·66
20	4·51	3·23	3·37	3·10	2·98	1·83	3·10

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
13	+ 7·68	+ 9·86	+ 8·82	+13·4	1807, 1814	+ 3·6	1830
14	7·16	9·54	8·24	13·2	1785	+ 3·2	1776
15	7·85	10·32	8·39	13·3	1834, 1862	+ 2·9	1842
16	8·22	9·42	8·25	13·7	1863	+ 3·0	1776
17	8·09	8·77	8·00	14·0	1811	+ 2·3	1778
18	8·75	8·61	7·89	14·4	1846	+ 1·5	1781
19	8·89	8·28	7·68	13·7	1846	+ 2·6	1835
20	9·11	8·85	7·80	14·3	1811	+ 1·8	1777
21	8·14	9·11	7·54	13·0	1810	+ 3·6	1829
22	7·62	8·56	7·26	14·6	1851	— 0·2	1777
23	7·01	7·98	7·15	12·6	1795, 1802	— 0·2	1777
24	6·84	8·24	7·05	13·3	1807	— 0·3	1777
25	7·41	7·79	6·94	12·8	1811	+ 1·5	1786
26	6·76	7·40	6·77	12·5	1841	+ 2·2	1777
27	6·51	7·46	6·71	14·5	1811	+ 2·2	1777
28	6·89	6·83	6·45	12·0	1783	+ 0·7	1791
29	6·34	6·39	6·07	11·3	1815	— 0·3	1786
30	5·79	5·96	5·96	11·3	1777, 1797, 1815	— 1·2	1828
31	6·26	5·57	5·90	12·0	1777	— 1·7	1836
November							
1	+5·60	+5·51	+5·70	+11·3	1802	—2·7	1836
2	4·92	4·90	5·38	10·9	1859	—1·6	1858
3	5·09	4·08	5·47	10·7	1821	—2·1	1858
4	4·08	3·78	5·10	12·3	1806	—0·8	1838
5	4·18	4·07	4·94	12·4	1806	—2·9	1804
6	4·16	3·34	4·45	9·5	1775	- 3·2	1842
7	4·40	2 79	4·36	10·2	1775, 1808	—3·6	1842
8	4·88	3·48	4·19	12·0	1811	—2·9	1791
9	5·52	3·60	4·24	12·7	1811	—3·4	1835
10	4·03	3·11	3·97	10·7	1807	—3·5	1858
11	4·19	3·50	3·97	11·3	1807	—4·1	1835
12	3·18	2·84	3·61	9·6	1825	—4·6	1835
13	1·38	2·32	3·24	10·3	1844	—4· 6	1835
14	1·75	2·59	3·39	10·1	1844	—4·6	1835
15	2·03	3·35	3·46	8·1	1815	—3·3	1829
16	2·24	3·08	3·26	9·2	1781	—1·4	1854
17	3·36	2·70	3·41	13·3	1840	—2·0	1846
18	3·16	2·06	3·38	12·4	1840	—3 9	1829
19	3·18	+0·93	3·06	11·8	1783	—2·5	1859
20	1·69	—0·06	2·64	10·7	1807	—3·8	1816

Tag	1775—1784	1785—1794	1795—1804	1805—1814	1815—1824	1825—1834	1835—1844
21	+2·60	+3·39	+3·25	+2·65	+3·85	+1·84	+2·59
22	1·93	3·33	3·41	3·44	3·55	+2·27	2·93
23	1·37	2·80	3·83	2·73	4·00	+2·30	2·24
24	1·70	1·79	3·06	2·43	4·16	+1·60	1·29
25	1·65	2·15	2·72	3·08	3·82	+1·55	1·31
26	1·83	1·60	3·17	3·17	3·96	+1·01	1·21
27	2·66	1·66	3·01	3·24	3·38	—0·12	1·17
28	2·81	2·20	3·19	2·11	2·38	—0·16	1·82
29	2·98	1·82	2·04	1·55	2·41	+0·83	2·58
30	2·25	1·86	1·90	2·73	1·98	+0·67	2·48
December							
1	+2·40	+1·07	+0·80	+2·49	+2·95	+0·87	+2·62
2	+2·59	+1·68	+1·22	+2·86	+2·72	—0·03	+1·78
3	+2·15	+0·83	+2·27	+2·27	+2·89	+0·11	+1·05
4	+1·58	+0·17	+1·55	+1·99	+2·92	+1·06	+1·49
5	+1·23	+0·80	+0·56	+2·47	+2·60	+2·46	+0·98
6	+0·76	+1·44	+1·80	+2·55	+1·82	+2·57	+1·27
7	+0·90	+2·37	+1·90	+1·48	+0·39	+1·87	+1·20
8	+0·91	+1·29	+1·29	+1·97	—0·05	+2·04	+1·03
9	+0·52	+0·98	+0·90	+1·02	+0·18	+2·02	+0·77
10	+0·06	+2·08	+1·46	+0·31	+0·89	+3·30	—0·27
11	—0·57	+2·09	+0·17	—0·34	+0·02	+2·45	—1·04
12	—0·45	+2·31	—0·22	—0·74	+0·53	+1·82	—0·65
13	+0·38	+1·53	+0·57	—0·21	+0·60	+0·79	—0·66
14	+0·80	+0·71	+0·32	—0·09	+0·83	+0·35	—1·45
15	—0·46	+0·75	+0·56	—0·16	—0·16	+0·03	—0·75
16	—1·40	+0·26	—0·47	+0·52	—0·45	+0·80	—0·36
17	—1·25	+0·43	—0·92	+0·45	—0·54	+1·59	—0·83
18	—0·08	—0·03	—1·35	+0·02	—0·78	+1·80	—0·81
19	+0·14	0·52	—1·84	—0·17	—0·56	+1·64	—1·06
20	—0·51	0·00	—3·18	+0·39	—0·12	+1·54	—0·14
21	+0·11	+0·19	—3·15	—0·40	—0·88	+1·92	—0·03
22	+0·55	—0·42	—1·70	+0·15	—0·32	+1·41	—1·03
23	+0·17	—1·01	—0·50	+0·39	+0·01	+0·55	—1·29
24	—0·05	—1·32	—1·09	+1·26	—0·44	+0·85	—1·81
25	—0·80	—0·18	—1·16	+0·59	—0·12	+1·26	—0·77
26	—0·03	—0·58	—0·67	—0·29	—0·70	—0·71	—0·85
27	+0·76	—0·12	—0·81	—0·39	—2·29	—1·43	—1·63
28	+0·14	—0·65	—0·98	—0·22	—1·26	—1·15	—0·66
29	—0·66	—0·26	+0·53	—0·11	—1·25	—0·63	—1·01
30	—1·30	—0·93	—0·02	+0·44	—0·59	—1·22	—1·69
31	—1·47	—1·04	—0·79	+0·79	—0·89	—1·35	—1·63

Tag	1845—1854	1855—1864	Mittel aus 90 Jahren	Maximum		Minimum	
21	+2·32	—0·77	+2·41	+ 9·2	1803	— 4·3	1816
22	1·95	—0·90	2·43	9·6	1802	— 4·0	1851
23	2·08	—0·14	2·36	10·8	1821	— 6·2	1829
24	2·45	+1·23	2·19	9·8	1824	— 4·3	1812
25	2·68	+1·56	2·28	8·0	1806	— 3·3	1789
26	1·78	+1·00	2·08	9·3	1797	— 6·1	1779
27	1·28	+1·61	1·99	11·9	1797	— 9·0	1849
28	1·09	+2·20	1·96	11·4	1797	— 7·2	1856
29	1·32	+1·97	1·94	11·1	1797	— 6·4	1827
30	1·56	+1·74	1·91	9·7	1821	— 6·8	1827
			December				
1	+2·29	+1·33	+1·87	+ 9·2	1817	— 5·0	1827
2	+1·85	+0·31	+1·66	9·1	1817	— 6·2	1829
3	+1·87	—1·20	+1·36	12·8	1779	— 8·3	1829
4	+1·81	—1·85	+1·19	9·8	1779	—10·4	1855
5	+1·42	—2·71	+1·09	8·1	1852	— 9·7	1857
6	+1·72	—1·54	+1·38	10·6	1852	— 6·8	1829
7	+1·92	—0·96	+1·23	7·8	1852	— 6·9	1829
8	+2·01	—0·09	+1·17	6·7	1836	—10·7	1815
9	+2·67	—0·07	+1·00	7·5	1820	— 8·3	1815
10	+2·80	—0·45	+1·13	11·7	1787	— 9·3	1815
11	+1·14	—0·80	+0·35	9·4	1787	— 9·3	1855
12	+1·27	—0·73	+0·35	8·4	1848	—10·6	1808
13	+0·52	+0·13	+0·41	10·1	1814	— 9·3	1840
14	—0·77	—0·04	+0·07	7·3	1778 1793	—14·3	1840
15	—0·08	+0·36	+0·01	7·0	1778	—12·9	1840
16	+2·26	—0·37	+0·09	9·3	1814	—11·8	1840
17	+1·60	—1·48	—0·11	8·2	1806	—10·9	1840
18	+0·43	—2·49	—0·37	8·3	1779	—14·7	1788
19	—0·28	—2·51	—0·57	9·5	1779	—15·0	1788
20	—1·29	—2·30	—0·62	10·0	1824	—12·9	1855
21	—0·88	—2·20	—0·59	7·5	1828	—11·3	1855
22	—0·90	—1·96	—0·47	10·0	1779	—10·9	1855
23	—0·97	—1·65	—0·48	7·8	1795	— 9·1	1840
24	—1·81	—2·28	—0·74	10·4	1806	—14·8	1798
25	—2·44	—0·85	—0·50	8·9	1821	—16·2	1798
26	—1·25	+1·03	—0·45	7·2	1806 1824	—15·4	1798
27	—1·97	+0·73	—0·79	5·4	1810	—13·0	1840
28	—2·43	+0·57	—0·74	5·7	1806	—15·0	1840
29	—2·28	—1·11	—0·75	7·0	1781	—13·7	1840
30	—2·22	—1·07	—0·96	7·1	1795	—13·1	1840
31	—1·21	—0·79	—0·93	8·2	1842	— 9·7	1783

Tafel

Jährlicher Gang der

Aus 90jährigen Beobachtungen nach

Tag	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1	—1·35	—0·28	+2·01	+5·79	+10·65	+14·15
2	—1·47	—0·21	2·11	5·97	10·83	14·27
3	—1·57	—0·14	2·21	6·15	11·01	14·39
4	—1·67	—0·08	2·30	6·34	11·17	14·52
5	—1·75	—0·03	2·38	6·52	11·32	14·63
6	—1·81	+0·02	2·46	6·70	11·46	14·73
7	—1·85	+0·05	2·55	6·88	11·61	14·83
8	—1·86	+0·07	2·63	7·04	11·74	14·92
9	—1·85	+0·09	2·72	7·21	11·86	15·00
10	—1·83	+0·10	2·81	7·37	11·97	15·06
11	—1·78	+0·11	2·91	7·53	12·07	15·12
12	—1·72	+0·13	3·01	7·68	12·17	15·15
13	—1·65	+0·16	3·11	7·84	12·27	15·18
14	—1·57	+0·20	3·22	7·98	12·37	15·19
15	—1·49	+0·25	3·33	8·12	12·47	15·20
16	—1·41	+0·33	3·45	8·26	12·57	15·20
17	—1·33	+0·43	3·57	8·38	12·66	15·19
18	—1·26	+0·54	3·68	8·51	12·76	15·19
19	—1·18	+0·66	3·80	8·65	12·85	15·20
20	—1·10	+0·79	3·91	8·79	12·95	15·23
21	—1·04	+0·94	4·04	8·92	13·06	15·27
22	—0·98	+1·09	4·16	9·07	13·16	15·31
23	—0·92	+1·24	4·30	9·22	13·25	15·36
24	—0·85	+1·39	4·43	9·38	13·34	15·40
25	—0·79	+1·54	4·58	9·55	13·43	15·47
26	—0·73	+1·67	4·73	9·72	13·53	15·53
27	—0·67	+1·79	4·88	9·90	13·63	15·60
28	—0·60	+1·90	5·06	10·08	13·73	15·67
29	—0·52		5·24	10·27	13·83	15·74
30	—0·45		5·42	10·46	13·94	15·79
31	—0·36		5·61		14·04	

VIII.

Temperatur (Réaumur) zu Wien.

Bloxam's Methode abgeleitet.

Tag	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.
1	+15·85	+16·81	+14·57	+10·82	+5·64	+1·70
2	15·90	16·81	14·44	10·70	5·45	+1·60
3	15·95	16·80	14·31	10·56	5·27	+1·50
4	16·01	16·78	14·18	10·41	5·07	+1·40
5	16·07	16·75	14·03	10·25	4·88	+1·30
6	16·12	16·71	13·89	10·09	4·69	+1·20
7	16·18	16·66	13·74	9·93	4·52	+1·10
8	16·23	16·62	13·59	9·75	4·35	+0·99
9	16·27	16·57	13·45	9·56	4·20	+0·87
10	16·31	16·51	13·32	9·37	4·05	+0·74
11	16·36	16·46	13·18	9·18	3·90	+0·61
12	16·40	16·41	13·03	8·99	3·76	+0·48
13	16·45	16·35	12·89	8·80	3·62	+0·35
14	16·48	16·29	12·75	8·62	3·50	+0·23
15	16·52	16·22	12·62	8·44	3·38	+0·11
16	16·54	16·14	12·50	8·27	3·27	—0·01
17	16·56	16·05	12·38	8·10	3·15	—0·11
18	16·58	15·96	12·26	7·94	3·03	—0·21
19	16·60	15·86	12·14	7·78	2·91	—0·30
20	16·62	15·77	12·01	7·64	2·78	—0·38
21	16·63	15·67	11·89	7·48	2·67	—0·44
22	16·64	15·57	11·78	7·33	2·56	—0·49
23	16·64	15·47	11·68	7·18	2·45	—0·55
24	16·65	15·37	11·59	7·02	2·35	—0·61
25	16·67	15·28	11·48	6·87	2·24	—0·67
26	16·69	15·19	11·37	6·71	2·14	—0·73
27	16·72	15·10	11·26	6·54	2·04	—0·81
28	16·74	15·01	11·15	6·37	1·95	—0·90
29	16·76	14·91	11·05	6·19	1·87	—1·00
30	16·78	14·80	10·94	6·01	1·78	—1·11
31	16·80	14·69		5·82		—1·22

Tafel

Differenzen zwischen den unmittelbaren beobachteten und

Tag	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni
1	+0·02	+0·19	−0·28	−0·04	+0·14	−0·56
2	−0·23	+0·01	−0·15	−0·11	+0·22	+0·02
3	−0·16	0·00	+0·01	+0·04	+0·31	+0·31
4	−0·17	+0·03	+0·14	+0·01	+0·17	+0·32
5	−0·31	+0·05	−0·10	−0·11	+0·23	+0·13
6	−0·41	+0·38	+0·08	−0·06	−0·40	−0·01
7	−0·29	+0·28	+0·20	+0·38	+0·17	−0·17
8	−0·20	+0·15	+0·25	+0·18	+0·43	0·00
9	−0·14	+0·02	+0·08	−0·11	+0·37	+0·11
10	−0·37	+0·03	−0·09	−0·13	+0·04	+0·05
11	+0·03	−0·18	−0·37	−0·12	−0·27	+0·13
12	+0·10	+0·03	−0·36	+0·11	+0·18	+0·27
13	−0·04	−0·38	−0·04	+0·06	+0·02	+0·53
14	−0·06	−0·30	−0·05	+0·02	−0·27	+0·14
15	+0·08	−0·15	−0·09	+0·25	0·00	+0·07
16	+0·09	−0·05	−0·07	+0·18	+0·09	+0·03
17	−0·04	−0·02	+0·26	+0·06	−0·16	−0·06
18	−0·21	−0·07	+0·33	−0·19	+0·12	−0·40
19	+0·09	−0·30	+0·21	−0·21	−0·15	−0·51
20	+0·36	−0·54	−0·07	+0·11	−0·09	−0·05
21	+0·12	0·00	−0·19	−0·06	+0·19	−0·05
22	−0·10	−0·05	−0·23	−0·12	+0·12	+0·13
23	−0·40	+0·03	−0·09	−0·30	0·00	+0·02
24	+0·19	+0·32	0·00	+0·01	+0·11	−0·26
25	+0·47	+0·40	−0·06	−0·20	−0·02	+0·45
26	−0·13	+0·44	−0·30	−0·08	−0·04	+0·03
27	−0·35	+0·23	−0·22	−0·04	−0·10	+0·11
28	−0·06	−0·18	−0·02	−0·01	−0·09	+0·20
29	−0·14		+0·25	0·00	+0·05	+0·22
30	−0·01		+0·13		+0·08	+0·31
31	−0·08		+0·03		−0·18	

VIII.

den nach Bloxam's Methode berechneten Temperaturen.

Tag	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.
1	—0·03	+0·13	+0·25	+0·04	+0·06	+0·17
2	—0·40	+0·31	+0·09	+0·19	—0·07	+0·06
3	—0·20	+0·28	0·00	+0·13	+0·20	—0·14
4	—0·04	+0·36	0·00	—0·16	+0·03	—0·21
5	—0·10	+0·19	—0·04	—0·09	+0·06	—0·21
6	0·00	+0·11	—0·21	+0·22	—0·21	+0·18
7	+0·14	—0·16	—0·09	+0·15	—0·16	+0·13
8	+0·25	—0·37	—0·10	+0·30	—0·16	+0·18
9	+0·22	—0·16	+0·02	+0·27	+0·04	+0.13
10	+0·21	—0·24	+0·30	—0·26	—0·08	+0·39
11	—0·21	—0·11	+0·33	—0·11	+0·07	—0·26
12	—0·27	+0·12	—0·03	+0·06	—0·15	—0·13
13	—0·15	+0·24	—0·27	+0·02	—0·38	+0·06
14	+0·16	+0·29	—0·29	—0·38	—0·11	—0·16
15	+0·17	+0·30	—0·22	—0·05	+0·08	—0·10
16	—0·05	+0·40	—0·20	—0·02	—0·01	+0·10
17	—0·09	—0·05	+0·23	—0·10	+0·26	0·00
18	—0·01	—0·22	+0·46	—0·05	+0·35	—0·16
19	+0·10	—0·11	+0·33	—0·10	+0·15	—0·27
20	+0·39	—0·09	—0·36	+0·16	—0·14	—0·24
21	+0·15	—0·05	—0·29	+0·06	—0·26	—0·15
22	—0·13	+0·01	—0·23	—0·07	—0·13	+0·02
23	—0·25	+0·02	—0·14	—0·03	—0·09	+0·07
24	—0·13	+0·04	+0·14	+0·03	—0·16	—0·13
25	+0·02	—0·08	+0·19	+0·07	+0·04	+0·17
26	—0·08	—0·16	+0·02	+0·06	—0·06	+0·28
27	—0·04	0·00	—0·18	+0·17	—0·05	+0·02
28	—0·03	—0·07	+0·10	+0·08	+0·01	+0·16
29	—0·14	+0·15	+0·16	—0·12	+0·07	+0·25
30	—0·20	+0·03	0·00	—0·05	+0·13	+0·15
31	+0·15	+0·24		+0·08		+0·29

Tafel IX.

Tiefe Temperaturen im Mai (Réaumur).

Jahr	Datum		20h	3h	10h	Tages-mittel	Abwei-chung	Summe der Quadrate der Temperatur-Abweichungen
1775	Mai	14.	+6·0	+ 7·0	+5·0	+5·53	—6·57	
		18.	6·5	8·5	5·5	6·32	—6·56	
		19.	6·5	7·0	4·5	6·52	—6·18	
		20.	7·0	11·0	6·0	7·52	—5·34	
		21.	5·0	7·0	7·0	5·82	—7·43	201
1776	"	7.	6·5	6·5	(3·6)*)	5·05	—6·73	
		23.	6·9	10·0	6·5	7·32	—5·93	
		25.	8·0	9·5	6·0	7·32	—6·09	
		26.	7·5	9·5	8·0	7·82	—5·67	146
1777	"	13.	6·0	8·0	7·0	6·53	—5·76	33
1779	"	31.	9·5	9·5	8·0	8·32	—5·54	31
1781	"	24.	5·0	7·0	4·0	4·82	—8·63	
		25.	5·0	8·0	4·5	5·32	—8·09	
		26.	6·5	11·0	8·0	8·02	—5·47	167
1782	"	1.	2·5	6·0	3·0	3·37	—7·42	53
1784	"	31.	7·5	10·0	8·0	8·02	—5·84	33
1785	"	12.	6·7	9·5	7·0	7·23	—5·12	25
1786	"	2.	2·5	2·7	1·5	1·77	—9·28	
		3.	2·6	4·0	4·0	3·06	—8·26	
		6.	6·0	6·5	5·0	5·35	—5·71	182
1787	"	2.	6·0	7·0	5·8	5·77	—5·28	
		3.	4·0	3·5	5·3	3·86	—7·46	115
		31.	8·3	8·5	8·5	7·92	—5·94	
1788	"	5.	3·0	8·0	5·5	5·06	—6·03	
		12.	9·0	7·0	6·0	6·83	—5·52	
		13.	6·0	8·5	6·0	6·33	—5·96	
		14.	5·0	10·0	7·0	6·83	—5·27	126
1791	"	5.	5·0	8·0	6·0	5·86	—5·23	
		7.	5·0	9·5	5·5	6·25	—5·53	
		8.	5·2	8·5	6·0	6·15	—6·02	93
1792	"	12.	7·5	8·7	6·0	6·93	—5·42	29
1793	"	23.	8·0	7·7	6·0	6·72	—6·53	
		31.	7·2	5·8	5·7	5·72	—8·14	108
1794	"	23.	7·0	10·0	8·8	8·02	—5·23	27
1795	"	9.	5·4	7·7	5·8	5·84	—6·39	
		12.	8·5	7·5	5·5	6·73	—5·62	
		13.	6·5	9·2	7·0	7·13	—5·16	

*) interpolirt.

Jahr	Datum		20h	3h	10h	Tages-mittel	Abwei-chung	Summe der Quadrate der Temperatur-Abweichungen
1795	Mai	14.	+6·3	+ 8·3	+5·8	+6·33	—5·77	
		27.	6·7	10·0	8·5	7·92	—5·61	
		28.	5·8	9·8	7·0	7·02	—6·62	208
1796	„	6.	4·8	6·7	5·8	5·35	—5·71	33
1798	„	22.	5·3	8·5	6·2	6·22	—7·06	
		23.	5·7	6·0	6·0	5·42	—7·83	
		24.	6·2	7·5	6·4	6·22	—7·23	161
1802	„	16.	4·7	9·2	5·0	5·82	—6·84	
		17.	5·0	7·3	4·3	5·02	—7·48	
		18.	7·2	9·5	7·0	7·46	—5·42	
		19.	6·5	9·5	6·7	7·12	—5·58	163
1803	„	10.	8·2	8·7	5·0	6·84	—5·17	
		11.	4·2	5·5	5·5	4·64	—7·16	
		17.	6·7	10·8	6·2	7·42	—5·08	
		18.	7·5	9·7	7·5	7·82	—5·06	128
1804	„	13.	8·5	7·0	6·2	6·73	—5·56	31
1805	„	14.	6·2	8·0	6·7	6·53	—5·57	
		24.	9·0	9·2	7·0	7·92	—5·53	
		25.	5·2	9·3	7·0	6·72	—6·69	137
1809	„	7.	2·5	6·5	7·5	5·05	—6·73	44
1810	„	31.	9·5	11·3	6·2	8·52	—5·34	29
1812	„	24.	8·5	8·8	7·5	7·82	—5·63	12
1814	„	1.	4·5	7·8	2·5	4·47	—6·32	
		2.	3·3	7·5	4·2	4·57	—6·48	
		11.	4·0	6·8	4·0	4·44	—7·36	
		12.	3·8	6·2	3·8	4·13	—8·22	
		13.	4·5	8·5	5·5	5·73	—6·56	239
1816	„	15.	8·2	9·2	5·7	7·22	—5·25	27
1818	„	30.	7·2	9·5	7·5	7·62	—6·40	40
1821	„	29.	8·0	10·5	7·8	8·32	—5·56	31
1823	„	28.	8·0	10·5	7·8	8·62	—5·02	28
1825	„	14.	5·0	6·0	4·4	4·63	—7·47	
		15.	6·0	10·0	5·8	6·82	—5·65	
		16.	4·8	4·8	2·5	3·52	—9·14	
		17.	3·5	5·0	2·8	3·32	—9·18	
		18.	7·0	10·0	6·2	7·22	—5·66	
		19.	7·0	9·0	7·5	7·32	—5·38	313
1826	„	1.	2·0	3·5	3·0	2·37	—8·42	
		2.	4·3	6·0	5·3	4·77	—6·28	109
1829	„	1.	4·0	5·0	2·5	3·37	—7·42	
		10.	8·0	8·2	6·0	6·94	—5·07	80

Jahr	Datum		Minimum	20^h	3^h	10^h	Tagesmittel	Abweichung	Summe der Quadrate der Temperatur-Abweichungen
1831	Mai	11.	+1·3	+5·5	+ 7·2	+4·5	+5·24	—6·56	
		15.	0·0	6·0	10·0	5·8	6·82	—5·65	75
1832	„	12.	4·0	5·5	9·5	5·5	6·33	—6·02	36
1834	„	29.	2·0	8·3	12·0	7·0	8·62	—5·26	27
1836	„	9.	0·2	0·5	8·0	2·7	3·24	—8·99	
		10.	0·0	2·9	7·7	3·1	4·14	—7·87	
		11.	0·5	3·8	5·5	1·9	3·24	—8·56	
		12.	2·6	2·8	8·3	5·4	5·03	—7·32	
		26.	3·4	10·4	9·5	6·0	8·12	—5·37	
		27.	3·7	5·6	5·8	4·7	4·92	—8·61	
		28.	4·0	6·0	7·1	5·6	5·72	—7·92	439
				20^h	2^h	10^h			
1837	„	5.	4·9	6·9	6·8	5·8	5·76	—5·33	
		7.	4·2	6·4	8·1	5·8	6·35	—5·43	
		12.	2·7	2·7	4·8	4·5	3·53	—8·82	
		13.	3·0	6·6	9·7	6·2	7·03	—5·26	159
1838	„	10.	—	11·6	5·1	2·7	6·04	—5·97	
		11.	—	2·3	7·3	3·1	3·44	—8·36	97
1839	„	17.	4·1	4·3	5·8	4·7	5·72	—6·78	
		24.	4·4	4·7	5·4	5·1	5·51	—7·94	
		26.	6·0	5·7	5·8	6·1	6·41	—7·08	
		28.	7·0	6·8	8·7	8·2	8·31	—5·33	187
1840	„	21.	5·3	7·1	10·6	7·5	7·91	—5·34	
		22.	4·8	7·3	11·4	7·2	8·11	—5·17	
		23.	5·3	6·4	10·1	7·1	7·41	—5·84	88
1843	„	8.	4·9	7·5	7·2	6·1	6·45	—5·72	
		10.	3·1	7·5	9·5	4·5	6·74	—5·27	
		11.	5·0	5·3	9·8	6·5	6·74	—5·06	
		14.	5·2	6·1	8·2	7·3	6·73	—5·37	
		20.	7·6	8·0	11·2	6·3	7·22	—5·64	146
1844	„	16.	6·4	7·0	7·6	7·4	6·92	—5·74	
		27.	7·2	7·8	9·2	9·1	8·21	—5·32	60
1845	„	18.	5·2	7·6	7·0	6·6	6·62	—6·26	
		24.	6·7	7·5	7·8	7·4	7·11	—6·34	80
				18^h	2^h	10^h			
1850	„	3	0·4	2·0	5·2	2·7	3·48	—7·84	
		4.	0·6	1·1	8·0	5·2	4·97	—6·37	101
1850	„	20.	5·2	8·0	8·3	6·3	7·64	—5·22	
		21.	5·5	6·0	8·3	6·3	6·93	—6·32	
		22.	5·7	5·7	9·4	8·6	8·03	—5·25	94

Jahr	Datum		Minimum	18h	2h	10h	Tagesmittel	Abweichung	Summe der Quadrate der Temperatur-Abweichungen
1855*)	Mai	19.	+3·6	+7·1	+ 4·9	+4·7	+5·57	−6·89	47
1856	„	3.	2·3	3·3	7·5	5·2	5·74	−5·58	
		4.	4·0	3·3	7·7	5·1	5·59	−5·75	
		5.	6·6	4·3	7·6	5·1	5·92	−5·17	
		6.	3·0	3·3	7·9	3·2	5·36	−5·70	120
1857	„	7.	2·0	4·2	10·7	6·5	6·56	−5·22	27
1858	„	8.	4·0	4·4	6·9	5·8	5·74	−6·43	
		9.	3·3	4·8	4·6	5·8	5·00	−7·23	
		10.	5·4	6·3	6·8	6·6	6·75	−5·26	
		27.	4·3	5·1	8·0	6·7	6·42	−7·11	170
1859	„	13.	4·2	5·3	7·1	5·3	6·26	−6·03	36
1860	„	29.	6·2	6·8	9·4	6·5	7·71	−6·17	
		30.	5·7	6·6	11·7	7·8	8·77	−5·25	65
1861	„	3.	0·0	1·0	4·4	3·7	3·26	−8·06	
		4.	2·6	3·4	6·2	4·0	4·74	−6·60	
		5.	1·6	1·8	6·9	4·7	4·69	−6·40	
		6.	2·4	3·2	2·4	2·0	2·79	−8·27	
		7.	2·4	4·3	6·0	5·0	4·86	−6·92	
		8.	3·5	3·5	8·2	5·3	5·90	−6·27	
		18.	4·1	5·2	7·8	4·4	5·86	−7·02	
		19.	2·6	3·2	6·4	3·9	4·81	−7·89	
		20.	3·6	4·2	9·1	7·9	6·69	−6·17	449
1864	„	4.	1·8	+1·8	5·3	2·0	3·23	−8·11	
		5.	−2·0	−1·3	7·6	2·4	3·11	−7·98	
		6.	+2·0	+2·0	8·2	4·8	5·15	−5·91	
		9.	3·6	3·4	6·6	5·6	5·22	−7·01	
		24.	4·8	7·1	11·2	4·8	7·09	−6·36	250
1866	„	17.	4·8	4·8	10·1	6·4	6·91	−5·59	
		18.	5·7	5·7	9·6	6·2	7·30	−5·58	
		20.	4·8	4·8	11·0	4·8	6·99	−5·87	
		21.	3·6	3·6	5·3	4·9	4·70	−8·55	
		22.	2·6	2·6	7·1	3·6	5·02	−8·26	
		23.	0·8	2·6	7·5	3·4	4·80	−8·45	
		24.	1·2	2·3	9·7	7·6	6·77	−6·68	
		26.	6·9	7·4	7·3	6·9	7·49	−6·00	387

*) Die Zahlen für dieses und die folgenden Jahre sind den Beobachtungen an der Central-Anstalt entnommen.

Tafel

Temperaturen (Celsius) im Mai 1866 um 7 Uhr Morgens

Tag	Greenwich	Paris	Gröningen	Skudesnaes	Stockholm	Haparanda
1	5·3	7·7	2·3	3·5	2·8	—2·2
2	4·2	7·7	8·5	5·4	4·1	—1·2
3	7·7	8·9	7·6	5·8	3·2	—2·2
4	8·7	7·9	7·2	4·4	3·9	9·8?
5	11·1	7·7	8·1	—	9·0	1·0
6	—	9·2	10·5	6·3	3·5	1·6
7	—	10·0	8·4	7·5	4·6	—
8	15·4	11·4	10·2	6·2	8·0	—1·6
9	11·4	14·3	11·5	—	—	—
10	11·4	10·6	9·7	6·5	9·3	—
11	—	9·8	11·1	7·3	—	—
12	11·0	9·7	9·2	—	6·0	1·0
13	—	9·5	9·5	11·2	5·5	2·2
14	9·3	8·2	—	—	2·2	0·6
15	8·6	7·5	7·4	—	2·0	0·0
16	11·4	7·9	8·7	7·8	5·5	1·6
17	3·0 ?	9·4	8·3	8·5	4·7	2·4
18	15·1	12·6	9·1	9·5	5·4	1·0
19	18·0	14·2	10·7	7·0	3·8	2·6
20	—	12·9	12·5	10·0	5·0	3·6
21	14·6	13·2	10·3	12·5	3·2	3·4
22	—	11·1	9·0	2·8	—	—
23	15·2	11·2	12·0	10·5	5·0	5·0
24	9·7	9·4	9·7	11·2	7·4	—
25	13·2	8·5	9·7	10·0	9·4	2·0
26	15·6	12·2	11·5	9·8	9·2	—
27	—	12·5	12·3	—	—	—
28	16·6	13·7	13·0	8·2	12·1	3·0
29	17·5	15·1	14·5	7·9	10·8	3·8
30	14·3	11·8	11·0	7·8	9·8	5·0
31	15·1	14·8	13·0	9·0	11·4	3·6

X.

nach dem „Bulletin International" von Le Verrier.

Tag	Riga	Helsingfors	Petersburg	Moskau	Odessa
1	2·9	0·9	2·8	2·0	10·5
2	6·8	3·8	5·5	3·3	12·4
3	7·4	5·0	5·8	3·5	12·5
4	7·6	3·5	8·0	6·3	12·0
5	7·1	3·9	4·5	—	9·0
6	9·4	6·5	5·8	—	12·5
7	6·4	—	6·3	8·0	6·9
8	7·0	3·5	—	—	12·5
9	—	—	8·5	—	—
10	9·4	4·6	7·5	9·3	15·3
11	—	4·0	10·4	15·1	16·5
12	6·8	—	7·5	—	—
13	11·9	5·7	—	11·9	16·5
14	14·9	9·9	12·8	13·0	16·9
15	3·9	2·8	14·5	—	16·3
16	5·3	1·4	3·0	16·5	—
17	3·5	2·6	3·1	—	16·7
18	6·3	4·8	4·1	14·2	9·8
19	—	2·2	1·8	9·0	10·5
20	1·5	1·6	2·0	—	—
21	16·0	11·0	15·0	—	—
22	2·8	0·9	1·3	0·6	—
23	10·4	0·6	1·6	13·0	10·9
24	6·5	4·8	3·1	—	—
25	7·3	10·8	11·0	6·8	—
26	9·6	—	10·4	—	—
27	14·6	—	12·5	—	—
28	14·1	11·8	16·6	—	13·5
29	11·3	8·1	13·3	—	18·0
30	15·8	12·1	14·4	13·5	17·0
31	11·4	9·4	11·3	16·6	18·9

Tafel

Beobachtungen an den österreichischen Stationen

Station	Beobachtungsstunden	Temperatur Réaumur			Abweichungen von der normalen Temperatur		
		Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
21. Mai							
Eger	18h, 2h, 10h	0·8	5·2	4·1	— 7·5	— 8·3	—5·6
Bodenbach . .	18, 2, 10	3·0	8·8	6·0	— 5·4	— 6·2	—4·5
Frauenberg. .	18, 2, 10	2·6	5·6	4·0	— 6·5	—10·2	— 6·6
Czaslau . . .	18, 2, 10	3·0	6·4	4·1	— 6·7	— 9·1	— 6·7
Reichenberg .	18, 2, 10	2·0	3·3	2·0	— 7·5	—10·2	—7·1
Brünn	18, 2, 10	3·0	5·6	4·5	— 6·0	—10·7	—6·6
Teschen . . .	18, 2, 9	2·0	3·0	4·3	— 7·6	—10·6	—7·1
Biala	20, 2, 8	2·6	2·6	2·0	— 9·0	—12·4	—9·7
Arvavaralja .	18, 2, 10	0·0	4·0	0·6	— 7·2	— 9·5	—8·4
Krakau . . .	18, 2, 10	2·2	3·6	2·2	— 7·0	—11·4	—8·5
Rzeszow . . .	18, 2, 10	2·0	3·5	1·0	— 8·5	—10·8	—9·5
Lemberg. . .	19, 2, 9	3·3	5·4	3·0	— 7·4	—10·1	—7·7
Dornbirn. . .	19, 1, 10	4·8	10·6	4·3	— 5·1	— 3·3	—5·8
Marienberg. .	17, 2, 9	1·0	6·3	4·0	— 6·1	— 5·1	—4·7
Wilten . . .	18, 2, 8	3·0	8·0	5·9	— 4·8	— 7·0	—5·8
Gastein . . .	18, 2, 10	1·5	4·5	2·1	— 5·3	— 7·4	—5·6
Ischl	18. 2, 10	4·0	6·0	3·4	— 4·7	— 8·4	—6·1
Wien	18, 2, 10	3·6	5·3	4·9	— 6·0	—11·1	—6·6
Ödenburg . .	19, 2, 9	3·8	6·2	4·2	— 8·1	— 8·3	—6·0
Ofen	19, 2, 9	5·3	8·6	6·6	— 7·7	— 8·8	— 8·5
Debreczin . .	18, 2, 10	4·4	9·6	4·8	— 7·6	— 8·5	—8·0
Czernowitz. .	19, 2, 9	3·5	8·4	4·0	— 7·3	— 6·5	—7·8
Venedig . . .	18, 2, 10	9·5	13·8	11·2	— 3·7	— 3·0	—3·5
Triest	19, 2. 10	9·7	13·0	9·1	— 4·6	— 4·2	—5·6
Laibach . . .	18, 2, 10	3·4	10·0	5·9	— 5·8	— 5·9	—5·3
Cilli.	18, 2, 10	4·5	9·1	5·8	— 5·4	— 8·1	—6·0
Agram . . .	19, 2, 9	6·6	9·0	6·4	— 4·7	— 7·8	—6·9
Curzola . . .	19, 2, 9	10·8	12·6	10·7	— 4·9	— 5·7	—5·5
Esseg	19, 1, 9	6·2	5·2	5·6	— 5·5	—13·7	—7·5
Valona . . .	18, 2, 10	10·7	15·2	9·8	— 2·9	— 3·5	—4·1
Szegedin. . .	19, 2, 9	3·2	8·2	6·7	— 8·8	—10·0	—7·0
Werschetz . .	19, 1, 9	4·2	8·2	5·0	—10·2	— 9·4	—8·6
Ruszkberg . .	18, 2, 10	4·0	5·0	3·75	— 4·9	—11·1	—6·0
Kronstadt . .	19, 2, 9	3·4	5·8	2·4	— 5·7	— 8·9	—8·5
Rustschuk . .	19, 2, 9	6·2	10·2	6·8	— 6·8	— 7·8	—6·8

XI.

während der Kälteperiode im Mai 1866.

Station	Windrichtung und Stärke			Bewölkung		
	Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
21. Mai						
Eger	NNO_3	NNO_3	NW_1	10	10	9
Bodenbach	NW_2	N_2	—	8	6	—
Frauenberg	N_0	NW_3	NW_1	10	10	8
Czaslau	NO_5	NO_5	NO_6	10	8	1
Reichenberg	N_3	N_2	N_3	10	10	0
Brünn	N_5	N_3	N_1	10	10	8
Teschen	N_3	N_3	—	10	10	8
Biala	N_1	N_4	NNO_3	10	10	10
Arvavaralja	NO_4	NO_4	NO_4	10	10	10
Krakau	N_4	N_4	NO_2	10	10	10
Rzeszow	NW_3	NNW_4	N_4	10	10	10
Lemberg	W_1	NW_2	NW_3	10	10	10
Dornbirn	SO	NW_2	SO	0	4	0
Marienberg	—	N_3	N_1	0	1	0
Wilten	0	O_8	O_8	7	9	8
Gastein	O_0	O_3	O_1	9	10	10
Ischl	NO_3	NO_3	NO_3	10	10	10
Wien	NW_3	N_3	WNW_2	10	10	9
Ödenburg	N_5	N_6	N_3	10	10	10
Ofen	NNO_1	NNO_1	NW_1	6	9	6
Debreczin	N_3	N_3	N_5	5	8	6
Czernowitz	—	—	—	—	—	—
Venedig	WNW	NNW	NNO_2	4	4	7
Triest	ONO_3	O_3	ONO_2	6	6	0
Laibach	O_2	O_4	O_3	4	9	10
Cilli	O_3	O_2	NO_2	4	10	8
Agram	NO_3	NO_3	NO_4	8	10	10
Curzola	NO_2	NW_2	NO_3	3	1	0
Essegg	NW_4	NW_3	NW_3	10	10	10
Valona	SO_1	NW_4	N_0	2	3	6
Szegedin	N_3	N_5	N_1	10	8	10
Werschetz	WNW_1	W_3	W_1	10	8	7
Ruszkberg	—	—	—	10	10	10
Kronstadt	—	—	—	10	10	10
Rustschuk	W_3	W_4	W_2	0	3	0

Station	Beobachtungsstunden	Temperatur Réaumur			Abweichungen von der normalen Temperatur		
		Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
22. Mai							
Eger	18h, 2h, 10h	2·0	6·4	2·1	—6·4	— 7·2	— 7·7
Bodenbach . .	18, 2, 10	1·6	7·2	1·2	—6·9	— 7·9	— 9·4
Frauenberg . .	18, 2, 10	1·9	9·0	1·6	—7·3	— 6·9	— 9·1
Czaslau . . .	18, 2, 10	1·8	6·0	1·4	—8·0	— 9·5	— 9·5
Reichenberg .	18, 2, 10	3·6	4·2	0·0	—6·0	— 9·4	— 9·2
Brünn	18, 2, 10	1·4	7·2	1·4	—7·7	— 9·2	— 9·8
Teschen . . .	18, 2, 9	3·0	2·7	2·3	—6·7	—11·0	— 9·2
Biala	20, 2, 8	3·4	3·9	1·4	—8·3	—12·2	—10·4
Arvavaralja . .	18, 2, 10	0·4	3·0	0·0	—6·9	—10·6	— 9·1
Krakau . . .	18, 2, 10	1·8	4·0	1·6	—7·5	—11·1	— 9·2
Rzeszow . . .	18, 2, 10	1·0	3·0	0·4	—9·6	—11·4	—10·2
Lemberg . . .	19, 2, 9	1·6	4·2	3·1	—9·2	—11·4	— 7·7
Dornbirn . . .	19, 1, 10	3·4	11·6	5·8	—6·5	— 2·3	— 4·3
Marienberg . .	17, 2, 9	1·2	6·6	3·6	—6·0	— 4·9	— 5·2
Wilten	18, 2, 8	1·8	10·0	6·2	—6·0	— 5·0	— 5·5
Gastein . . .	18, 2, 10	0·9	6·3	1·5	—6·0	— 5·7	— 6·3
Ischl	18, 2, 10	2·8	5·2	2·8	—6·0	— 9·3	— 6·6
Wien	18, 2, 10	2·6	7·1	3·6	—7·0	— 9·3	— 7·9
Ödenburg . .	19, 2, 9	3·4	8·0	0·4	—8·5	— 6·5	— 9·8
Ofen	19, 2, 9	3·4	5·4	4·2	—9·6	—12·0	— 9·9
Debreczin . .	18, 2, 10	4·2	9·8	5·2	—7·8	— 8·3	— 7·6
Czernowitz . .	19, 2. 9	4·0	8·2	5·0	—6·9	— 6·8	— 6·9
Venedig . . .	18, 2, 10	8·4	12·1	8·6	—5·0	— 4·9	— 6·3
Triest	19, 2, 10	8·7	11·3	6·9	—5·8	— 6·1	— 8·0
Laibach. . .	18, 2, 10	3·4	10·0	5·9	—5·8	— 5·9	— 5·3
Cilli . . .	18, 2, 10	4·4	11·8	4·9	—5·6	— 5·5	— 7·0
Agram . . .	19, 2, 9	6·7	10·9	6·7	—4·7	— 6·0	— 6·7
Curzola . . .	19, 2, 9	9·1	11·8	9·0	—6·8	— 6·7	— 7·4
Essegg . . .	19, 1, 9	5·8	—	4·2	—6·0	—	— 9·0
Valona . . .	18, 2, 10	9·8	13·0	8·8	—3·9	— 5·8	— 5·2
Szegedin . .	19, 2, 9	4·8	7·4	5·1	—7·3	—10·9	— 8·7
Werschetz . .	19, 2, 9	5·2	8·1	4·8	—9·3	— 9·6	— 8·9
Ruszkberg . .	18, 2, 10	4·75	5·0	2·75	—4·3	—11·2	— 7·1
Kronstadt . .	19, 2, 9	2·5	6·0	3·6	—6·7	— 8·8	— 7·4
Rustschuk . .	19, 2, 9	6·5	11·2	7·3	—6·6	— 6·9	— 6·4
23. Mai							
Eger	18h, 2h, 10h	+3·0	10·1	5·7	—5·5	—3·6	—4·2
Bodenbach . .	18, 2, 10	—1·1	9·7	5·2	—9·7	—5·5	—5·5
Frauenberg. .	18, 2, 10	0·0	9·5	3·4	—9·3	—6·5	—7·4
Czaslau . . .	18, 2, 10	0·0	7·2	3·0	—9·9	—8·4	—8·0
Reichenberg .	18, 2, 10	2·2	6·2	3·4	—7·5	—7·5	—5·9

Station	Windrichtung und Stärke			Bewölkung		
	Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
22. Mai						
Eger	N_1	NNO_2	N_1	0	6	9·5
Bodenbach	NW_1	NO_2	—	5	7	—
Frauenberg	N_0	O_3	SO_2	5	6	0
Czaslau	NO_4	NO_5	NO_4	1	9	1
Reichenberg	N_3	N_2	N_1	8	10	0
Brünn	NNW_1	O_2	O_0	2	6	0
Teschen	O_0	N_2	—	7	10	8
Biala	NO_1	O_0	NO_3	10	10	10
Arvavaralja	NO_4	NO_3	NO_0	10	10	10
Krakau	NNO_3	NO_4	NNO_1	10	10	10
Rzeszow	N_3	N_4	WNW_1	10	10	7
Lemberg	NW_1	NW_1	N_1	10	10	10
Dornbirn	SO	NW_2	SO_4	0	0	2
Marienberg	—	N_2	N_1	0	1	5
Wilten	0	O_5	O_5	8	4	9
Gastein	O_0	ONO_2	SW_2	10	8	10
Ischl	NO_2	NO_5	NW_2	7	10	7
Wien	NW_2	N_2	NNO_2	5	9	7
Ödenburg	N_4	NO_6	NO_1	8	10	0
Ofen	SSO_1	SSO_1	SO_1	10	10	6
Debreczin	N_5	N_2	N_2	6	7	1
Czernowitz	—	—	—	—	—	—
Venedig	NNO_4	OSO	NNW_2	10	2	10
Triest	NO_2	O_1	O_2	0	7	5
Laibach	O_2	O_4	O_3	4	9	10
Cilli	NO_2	O_3	S_2	4	7	10
Agram	SW_1	NO_3	NO_4	6	9	6
Curzola	O_2	NW_2	NW_1	2	0	0
Essegg	NW_4	NW_4	—	10	9	0
Valona	N_0	NW_1	N_2	10	7	4
Szegedin	NO_2	NO_1	NO_3	10	10	10
Werschetz	W_1	W_1	NW_1	10	9	8
Ruszkberg	—	—	—	7·5	10	10
Kronstadt	—	—	—	10	10	10
Rustschuk	W_2	W_1	W_1	10	8	5
23. Mai						
Eger	NNO_0	SW_2	SW_1	1	6·3	10
Bodenbach	NO_1	SO_1	—	0	7	—
Frauenberg	NO_0	SW_2	SO_1	4	4	0
Czaslau	—	ONO_2	SO_4	6	7	9
Reichenberg	N_0	SO_2	SO_4	4	10	10

Station	Beobachtungsstunden	Temperatur Réaumur			Abweichungen von der normalen Temperatur		
		Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Brünn. . . .	18ʰ, 2ʰ, 10ʰ	—1·0	+ 7·0	+2·4	—10·2	— 9·5	— 8·9
Teschen. . .	18, 2, 9	+1·4	3·0	2·0	— 8·4	—10·8	— 9·6
Biala	20, 2, 8	+2·5	4·6	1·8	— 9·3	—10·6	—10·1
Arvavaralja .	18, 2, 10	—0·6	4·4	0·3	— 8·0	— 9·3	— 8·9
Krakau . . .	18, 2, 10	+1·0	5·5	0·6	— 8·4	— 9·7	—10·3
Rzeszow . . .	18, 2, 10	1·8	5·3	3·0	— 8·9	— 9·2	— 7·7
Lemberg. . .	19, 2, 9	2·4	5·6	2·6	— 8·4	—10·0	— 8·2
Dornbirn. . .	19, 1, 10	3·8	10·6	4·8	— 6·2	— 3·4	— 5·4
Marienberg. .	17, 2, 9	0·4	6·4	2·2	— 6·9	— 5·2	— 6·7
Wilten. . . .	18, 2, 8	2·9	9·0	6·0	— 5·0	— 6·1	— 5·8
Gastein . . .	18, 2, 10	0·2	5·4	0·2	— 6·8	— 6·7	— 7·7
Ischl	18, 2, 10	1·2	8·2	2·0	— 7·7	— 6·4	— 7·5
Wien	18, 2, 10	2·6	7·5	3·4	— 7·1	— 9·0	— 8·2
Ödenburg . .	19, 2, 9	4·2	8·2	2·9	— 7·8	— 6·4	— 7·4
Ofen	19, 2, 9	5·6	9·2	4·3	— 7·5	— 8·3	— 9·9
Debreczin . .	18, 2, 10	3·6	10·2	4·6	— 8·5	— 8·0	— 8·3
Czernowitz . .	19, 2, 9	3·8	6·9	4·1	— 7·1	— 8·1	— 7·6
Venedig . . .	18, 2, 10	5·1	10·3	9·1	— 8·4	— 6·8	— 5·9
Triest	19, 2, 10	5·8	11·8	9·1	— 8·8	— 5·7	— 5·9
Laibach . . .	18, 2, 10	2·6	7·6	2·9	— 6·8	— 8·5	— 8·5
Cilli	18, 2, 10	3·5	8·2	3·7	— 6·6	— 9·2	— 8·3
Agram . . .	19, 2, 9	5·9	9·8	5·8	— 5·7	— 7·3	— 7·8
Curzola . . .	19, 2, 9	9·4	14·2	11·3	— 6·6	— 4·4	— 5·2
Essegg . . .	19, 1, 9	2·2	11·8	7·0	— 9·7	— 7·3	— 6·3
Valona . . .	18, 2, 10	9·0	13·4	10·7	— 4·8	— 5·5	— 3·4
Szegedin . .	19, 2, 9	4·5	9·6	5·7	— 7·7	— 8·8	— 8·2
Werschetz . .	19, 2, 9	4·8	9·6	5·8	— 9·8	— 8·2	— 8·0
Ruszkberg . .	18, 2, 10	3·0	6·5	1·75	— 6·1	— 9·8	— 8·2
Kronstadt . .	19, 2, 9	2·2	5·5	3·2	— 7·1	— 9·4	— 7·9
Rustschuk . .	19, 2, 9	6·1	11·8	6·7	— 7·1	— 6·4	— 7·1
24. Mai							
Eger	18ʰ, 2ʰ, 10ʰ	3·2	5·8	3·5	— 5·4	— 8·0	— 6·5
Bodenbach .	18, 2, 10	3·5	10·8	6·4	— 5·2	— 4·5	— 4·4
Frauenberg .	18, 2, 10	2·0	8·0	4·3	— 7·4	— 8·1	— 6·6
Czaslau . . .	18, 2, 10	3·2	9·7	6·8	— 6·9	— 6·1	— 4·4
Reichenberg .	18, 2, 10	4·2	8·7	4·0	— 5·6	— 5·1	— 5·4
Brünn . . .	18, 2, 10	0·4	9·6	7·4	— 8·9	— 7·0	— 4·0
Teschen . .	18, 2, 9	1·5	7·5	4·5	— 8·4	— 6·4	— 7·2
Biala	20, 2, 8	4·6	8·9	5·9	— 7·3	— 6·4	— 6·1
Arvavaralja .	18, 2, 10	0·2	7·5	1·2	— 7·3	— 6·3	— 8·1
Krakau . . .	18, 2, 10	0·6	9·5	3·6	— 8·9	— 5·8	— 7·4
Rzeszow . .	18, 2, 10	5·3	8·4	2·0	— 5·5	— 6·2	— 8·8
Lemberg . .	19, 2, 9	3·5	9·2	4·5	— 7·4	— 6·5	— 6·4

Station	Windrichtung und Stärke			Bewölkung		
	Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Brünn	NNW_0	NNW_3	NW_1	3	8	1
Teschen	—	N_3	—	8	10	0
Biala	NW_2	NW_4	NO_1	10	5	7
Arvavaralja . . .	NO_0	O_2	NO_0	10	6	9
Krakau.	NNO_1	NO_1	ONO_1	10	10	2
Rzeszow	NW_2	SW_1	SO_0	10	9	8
Lemberg	NW_1	W_1	N_1	10	10	0
Dornbirn	SO	NW_2	SO	0	4	0
Marienberg . . .	N_0	NO_3	—	1	1	0
Wilten	NO	O_5	O	5	4	0
Ischl.	OSO_0	O_0	SW_1	10	7	1
Gastein	N_3	NO_5	NO_1	4	5	1
Wien	N_1	NNO_1	S_1	4	4	1
Ödenburg . . .	N_2	—	—	1	4	0
Ofen.	S_1	NNW_3	NW_1	9	6	0
Debreczin . . .	N_4	N_3	N_3	1	5	1
Czernowitz . . .	—	—	—	—	—	—
Venedig	NNO_5	O	O	10	4	10
Triest	NO_3	WNW_3	O_1	0	6	0
Laibach	O_3	O_3	NNW_1	10	6	0
Cilli	SO_1	O_1	S_3	10	7	0
Agram	NO_3	NO_3	NO_1	10	9	0
Curzola	SO_1	S_1	SW_1	1	1	1
Essegg.	NW_2	NW_4	—	1	7	10
Valona	N_1	NW_3	NO_0	8	10	10
Szegedin	NO_3	NW_3	N_1	10	6	0
Werschetz . . .	W_0	NW_3	O_1	10	5	0
Ruszkberg . . .	—	—	—	10	10	0
Kronstadt . . .	—	—	—	10	8	6
Rustschuk . . .	W_3	W_3	—	5	4	0
24. Mai						
Eger	SW_3	ONO_3	O_1	10	10	10
Bodenbach . . .	O_1	O_3	—	3	6	—
Frauenberg . .	O_0	O_4	SO_3	0	10	9
Czaslau	—	SO_6	SO_4	4	8	9
Reichenberg . .	SO_3	SO_3	NO_3	0	10	1
Brünn	O_0	SSO_4	S_3	6	10	9
Teschen	—	—	—	7	6	0
Biala	SW_1	OSO_3	SSW_3	5	5	7
Arvavaralja . .	NO_0	W_0	NO_0	2	9	3
Krakau	O_3	O_1	OSO_1	3	7	8
Rzeszow . . .	SW_0	—	N_1	0	6	0
Lemberg . . .	N_1	W_1	N_1	1	4	2

Station	Beobachtungsstunden	Temperatur Réaumur			Abweichungen von der normalen Temperatur		
		Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Dornbirn . .	19ʰ, 1ʰ, 10ʰ	5·8	12·8	6·4	—4·4	—1·4	—4·0
Marienberg .	17, 2, 9	0·8	6·7	3·6	—6·6	—5·0	—5·4
Wilten . . .	18, 2, 8	2·0	10·2	7·3	—6·1	—5·1	—4·7
Gastein . . .	18, 2, 10	0·1	8·8	4·0	—7·0	—3·4	—4·0
Ischl	18, 2, 10	5·0	11·4	5·4	—4·1	—3·4	—4·3
Wien	18, 2, 10	2·3	9·7	7·6	—7·6	—7·0	—4·2
Ödenburg . .	19, 2, 9	4·5	11·9	7·3	—7·6	—2·8	—3·1
Ofen	19, 2, 9	5·5	11·0	8·2	—7·7	—6·6	—6·1
Debreczin . .	18, 2, 10	2·4	12·0	4·2	—9·8	—6·3	—8·8
Czernowitz .	19, 2, 9	5·7	9·3	5·0	—5·3	—5·8	—7·0
Venedig . .	18, 2, 10	7·9	12·9	10·9	—5·7	—4·3	—4·2
Triest . . .	19, 2, 10	7·7	13·0	10·8	—7·0	—4·6	—4·3
Laibach . . .	18, 2, 10	2·0	11·7	7·0	—7·5	—4·5	—4·5
Cilli	18, 2, 10	1·1	11·8	8·6	—9·1	—5·7	—3·5
Agram . . .	19, 2, 9	4·3	13·0	8·4	—7·4	—4·2	—5·3
Curzola . . .	19, 2, 9	10·4	14·5	11·8	—5·7	—4·2	—4·8
Essegg . . .	19, 1, 9	5·2	13·6	8·5	—6·8	—5·6	—4·9
Valona . . .	18, 2, 10	11·6	16·2	11·1	—2·3	—2·8	—3·1
Szegedin . .	19, 2, 9	4·7	11·1	7·6	—7·6	—7·4	—6·4
Werschetz .	19, 2, 9	10·7	11·4	8·4	—4·0	—6·5	—5·5
Ruszkberg .	18, 2, 10	1·0	11·25	3·5	—8·2	—5·2	—6·5
Kronstadt . .	19, 2. 9	0·5	7·0	3·9	—8·9	—8·0	—7·3
Rustschuk . .	19, 2, 9	6·4	10·9	8·8	—6·9	—7·4	—5·1

25. Mai

Station	Beobachtungsstunden	Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Eger	18ʰ, 2ʰ, 10ʰ	3·8	10·0	7·8	—4·9	—3·9	—2·3
Bodenbach .	18, 2, 10	3·6	14·5	9·1	—5·3	—1·0	—1·9
Frauenberg .	18, 2, 10	5·0	13·8	8·9	—4·5	—2·4	—2·1
Czaslau . . .	18, 2, 10	6·8	14·2	8·2	—3·4	—1·7	—3·1
Reichenberg .	18, 2, 10	7·3	11·8	7·0	—2·6	—2·1	—2·5
Brünn . . .	18, 2, 10	6·8	13·6	7·8	—2·6	—3·1	—3·7
Teschen . .	18, 2, 9	1·4	9·3	7·3	—8·6	—4·7	—4·5
Biala	29, 2, 8	6·3	11·6	7·6	—5·7	—3·8	—4·5
Arvavaralja .	18, 2, 10	0·0	10·6	4·6	—7·6	—3·3	—4·8
Krakau . . .	18, 2, 10	2·4	12·3	5·0	—7·2	—3·1	—6·1
Rzeszow . .	18, 2, 10	6·4	8·8	4·0	—4·5	—5·9	—6·9
Lemberg . .	19, 2, 9	4·5	11·1	7·2	—6·5	—4·7	—3·8
Dornbirn . .	19, 1, 10	6·8	10·7	8·0	—3·5	—3·6	—2·5
Marienberg .	17, 2, 9	2·5	4.6	3·6	—5·0	—7·2	—5·5
Wilten . . .	18, 2, 8	5·5	10·9	10·9	—2·7	—4·5	—1·2
Gastein . . .	18, 2, 10	2·8	9·8	7·1	—4·4	—2·5	—1·0
Ischl	18, 2, 10	5·0	12·4	7·0	—4·3	—2·6	—2·9
Wien	18, 2, 10	6·0	14·1	8·4	—4·1	—2·8	—3·6
Ödenburg . .	19, 2, 9	6·6	12·5	8·2	—5·6	—2·3	—2·3
Ofen	19, 2, 9	5·7	11·2	9·4	—5·6	—6·5	—5·0
Debreczin . .	18, 2, 10	5·8	14·8	6·8	—6·5	—3·6	—6·3
Czernowitz .	19, 2, 9	4·0	7·8	8·9	—7·1	—7·4	—3·2

Station	Windrichtung und Stärke			Bewölkung		
	Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Dornbirn . . .	SO	SW	W	10	9	10
Marienberg . .	—	S_3	S_0	8	9	8
Wilten	O	S	S_3	7	10	10
Gastein	SW_0	SW_3	S_0	1	8	10
Ischl	SO_4	W_6	SW_2	3	9	6
Wien	SO_1	S_3	SO_2	8	10	9
Ödenburg . . .	S_2	S_5	—	10	9	10
Ofen	NO_1	SO_1	ONO_1	0	6	3
Debreczin . . .	N_4	O_4	O_2	1	4	1
Czernowitz . .	—	—	—	—	—	—
Venedig	O	O_1	SO_1	4	4	7
Triest	O_1	O_2	O_2	6	7	7
Laibach	—	SW_3	SW_3	10	4	10
Cilli	S_1	SW_3	S_1	10	8	7
Agram	NO_1	SO_3	NW_3	3	3	8
Curzola	N_1	NW_3	NW_1	1	1	1
Essegg	—	SO_3	SO_3	5	7	7
Valona	NO_2	NW_3	N_1	0	5	0
Szegedin . . .	N_1	SW_4	N_1	0	3	0
Werschetz . . .	O_0	SO_1	SO_2	0	1	0
Ruszkberg . . .	—	—	—	0	2·5	0
Kronstadt . . .	SW_2	—	—	9	9	8
Rustschuk . . .	W_1	—	—	6	5	7
25. Mai						
Eger	ONO_3	O_2	O_2	5·5	9·8	9·8
Bodenbach . . .	NO_1	O_3	—	7	4	—
Frauenberg . .	W_3	SO_5	SO_3	8	8	5
Czaslau	SO_4	SO_5	SO_4	7	8	4
Reichenberg . .	SSO_3	SO_3	SO_3	10	9	0
Brünn	SO_2	SO_3	SO_1	9	8	2
Teschen	—	NO_1	NO_3	0	2	0
Biala	O_0	OSO_1	O_1	1	1	0
Arvavaralja . .	NO_0	O_4	NO_3	4	5	2
Krakau	O_0	NNW_1	NO_1	0	5	0
Rzeszow . . .	S_1	NW_3	NO_0	0	8	0
Lemberg . . .	N_1	NW_2	W_1	0	9	8
Dornbirn . . .	W	W	W	10	10	10
Marienberg . .	—	—	—	10	10	10
Wilten	NO	WSW	WSW	10	10	9
Gastein	O_0	SW_6	S_1	10	10	10
Ischl	SW_2	NO_5	SW_3	7	7	6
Wien	OSO_0	S_3	SSO_5	6	5	8
Ödenburg . . .	—	S_5	S_2	10	10	10
Ofen	NNW_1	OSO_1	S_1	9	6	6
Debreczin . . .	O_2	N_1	S_0	3	4	5
Czernowitz . .	—	—	—	—	—	—

Station	Beobachtungsstunden	Temperatur Réaumur			Abweichungen von der normalen Temperatur		
		Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Venedig . .	18h, 2h, 10h	8·5	9·1	9·9	—5·2	—8·2	—5·3
Triest . . .	19, 2, 10	10·0	11·4	11·2	—4·9	—6·4	—4·1
Laibach . . .	18, 2, 10	5·4	7·6	7·6	—4·3	—8·8	—4·1
Cilli	18, 2, 10	4·4	9·6	7·8	—6·0	—8·1	—4·5
Agram . . .	19, 2, 9	9·4	9·9	8·6	—2·4	—7·4	—5·2
Curzola . . .	19, 2, 9	12·4	15·8	14·4	—3·9	—3·1	—2·4
Essegg . . .	19, 1, 9	7·4	12·4	9·0	—4·7	—6·9	—4·5
Valona . . .	18, 2, 10	10·7	18·3	13·4	—3·3	—0·8	—0·9
Szegedin . .	19, 2, 9	8·0	10·7	10·0	—4·4	—7·9	—4·1
Werschetz .	19, 2, 9	11·0	12·4	9·0	—3·8	—5·6	—5·0
Ruszkberg .	18, 2, 10	4·0	10·75	6·0	—5·3	—5·8	—4·1
Kronstadt . .	19, 2, 9	5·0	9·4	3·9	—4·5	—5·7	—7·4
Rustschuk . .	19, 2, 9	8·1	16·1	11·9	—5·3	—2·1	—2·1

Station	Windrichtung und Stärke			Bewölkung		
	Morgens	Mittags	Abends	Morgens	Mittags	Abends
Venedig	N_3	N_3	N_3	10	10	10
Triest	O_2	N_2	O_1	10	7	0
Laibach	SW_0	N_2	SW_0	10	10	10
Cilli	NO_1	NO_1	NO_1	9	10	10
Agram	SW_3	NO_2	NO_1	10	10	10
Curzola	SO_1	SO_1	SO_1	10	5	5
Essegg	SO_1	SO_3	—	10	10	10
Valona	NO_1	W_2	N_2	0	0	5
Szegedin . .	NW_2	O_1	O_1	10	10	10
Werschetz . . .	SO_2	W_0	NO_1	3	10	10
Ruszkberg . . .	—	. .	—	0	10	10
Kronstadt . . .	—	—	W_2	0	8	10
Rustschuk . . .	—	W_1	W_3	5	4	8

Zur Elementaranalyse organischer Substanzen.

Von dem w. M. Dr. Friedrich Rochleder.

Mit Ausnahme sehr weniger Fälle ist es zweckmäßiger, die zu analysirenden Substanzen in einem Strom von Kohlensäure oder Wasserstoffgas zu trocknen, als in Berührung mit der Luft. Ich bediene mich seit längerer Zeit zum Trocknen folgender Vorrichtung, die sich mir als vollkommen zweckentsprechend und zeitsparend bewährt hat.

Der Trockenkasten ist so construirt, wie sie Desaga in Heidelberg nach der Angabe von Bunsen anfertigt: viereckig, von Kupferblech, die Höhe beträgt 6 Zolle, die Tiefe 4 Zolle, die Breite 9 Zolle. Die Vorrichtung zum Anbringen eines Thermostaten und eines Thermometers ist ganz so wie bei den Trockenkasten von Bunsen. An den beiden schmalen Seiten sind zwei Öffnungen 2½ Zoll ober dem Boden ausgeschnitten und zwei cylinderförmige Ansätze von Kupfer befestigt. Durch diese beiden Röhren wird ein Stück einer ¾ Zoll weiten Glasröhre hindurchgesteckt, die sich der ganzen Länge nach in dem Innern des Kastens horizontal gelagert befindet und links und rechts bis 2 Zolle aus dem Kasten hervorragt. Auf der einen Seite wird die Glasröhre durch einen Pfropf verschlossen, der durchbohrt ist. Das durch die Bohrung gesteckte Glasrohr, durch welches das Gas eintreten soll, ist innerhalb des Pfropfes umgebogen, so daß auch bei einem rascheren Gasstrom keine Substanz aus dem Schiffchen weggeführt werden kann, in dem sie sich während des Trocknens befindet. Auf der zweiten Seite ist die Trockenröhre gleichfalls durch einen durchbohrten Pfropf verschlossen, durch dessen Bohrung ein Glasrohr hindurchgesteckt ist, bestimmt zum Abzug des Gases, welches über die zu trocknende Substanz gestrichen ist. Dieses Luftbad kann vermittelst des Thermostaten auf einer gleichen Temperatur tagelang erhalten werden. Die zu trocknenden Substanzen können auf demselben Schiffchen zum Trocknen gebracht werden, auf dem man sie später in die Verbrennungsröhre einbringt. Das über die

Substanzen gegangene Gas kann durch eine Chlorcalciumröhre geleitet werden, aus deren Gewichtszunahme man ersehen kann, ob die Substanz noch Wasser verliert u. s. w.

Um einen ganz gleichmäßigen, lange andauernden Gasstrom zum Trocknen benützen zu können, entwickle ich das Kohlensäure- oder Wasserstoffgas aus einem Apparate, der aus Gutta-Percha angefertigt ist, einem Material das durch die Säuren in dem Zustande der Verdünnung, in dem sie angewendet werden nicht angegriffen wird, nicht zerbrechlich ist, wie Glas, dabei viel specifisch leichter ist als Metall. Der Apparat besteht aus drei Theilen. Das äußere, cylindrische Gefäß aus Gutta-Percha ist 18 Zolle hoch und hat 10 Zolle im Durchmesser, es ist unten mit einem flachen Boden versehen und oben offen. Einen halben Zoll von dem obern Rande entfernt, sind vier Öffnungen durch die Wand gebohrt, durch welche zwei Stäbe hindurch gesteckt werden können.

In dieses Gefäß stellt man das Behältniß, in dem sich die Stücke von Marmor oder Zink befinden, welche zur Entwickelung der Kohlensäure oder des Wasserstoffgases dienen. Beide Materialien werden in größeren, compacten Stücken angewendet. Dieses Behältniß ist cylindrisch. Das untere Dritttheil des Gefäßes ist mit Sand oder Bleischrotten gefüllt und mit einem Deckel von Gutta-Percha geschlossen. Die zwei oberen Dritttheile sind leer, dienen zur Aufnahme des Zinkes oder des Marmors und die Wand ist siebförmig durchlöchert. Oben ist das Gefäß offen. In das äußere Gefäß wird nun ein zweiter Cylinder von Gutta-Percha, der unten offen ist, oben in der Mitte einen röhrenförmigen Ansatz besitzt und am unteren, freien Rande Ansschnitte hat, hineingestellt. Dieser Cylinder hat eine Weite von 6½ Zollen und eine Höhe von 9½ Zollen. Durch zwei Stäbe, welche durch die vier Öffnungen des äußeren Cylinders gesteckt werden, wird dieser innere Cylinder in seiner Stellung unverrückt festgehalten. In den röhrenförmigen Ansatz des inneren Cylinders wird ein durchbohrter Pfropf gesteckt, durch dessen Bohrung eine Glasröhre hindurchgeht. Aus dieser tritt Gas, welches im Apparate entwickelt wird, heraus, um durch einen Caoutchoucschlauch weiter geleitet und getrocknet zu werden. Durch einen Bunsen'schen Quetschhahn wird der Abzug des Gases regulirt. Der Gebrauch des Apparates ist ohne Weiteres verständlich. Man stellt den Behälter mit Zink oder Marmor in Stücken gefällt in den äußeren Cylinder, stülpt den inneren

Cylinder über das Behältniß in den äußeren Cylinder und befestigt ihn durch die beiden Stäbe, die man durch die Öffnungen des äußeren Cylinders steckt; man steckt den Pfropf mit der durchgehenden Glasröhre, an welchen das Caoutchoucrohr mit dem Bunsen'schen Quetschhahn befestigt ist in die Röhre, welche sich oben in der Mitte des inneren Cylinders befindet und gießt die verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure in den Raum zwischen den beiden Cylindern. Die Säure gelangt durch die Ausschnitte am unteren Rande des inneren Cylinders in dessen Inneres, steigt empor, während die Luft oben durch das Caoutchoucrohr entweicht und kömmt endlich mit dem Marmor oder Zink in Berührung und entwickelt nun Gas, welches nach und nach die Luft verdrängt, die sich noch im inneren Cylinder befindet. Sobald reines Gas ausströmt, wird der Bunsen'sche Quetschhahn geschlossen. Das Gas drückt im inneren Cylinder die Flüssigkeit hinab, so daß zuletzt der Marmor oder das Zink außerhalb der Flüssigkeit zu stehen kömmt, wodurch die Gasentwicklung aufhört. Durch Öffnen des Quetschhahnes kann man nun einen beliebig starken Gasstrom erzeugen, der durch 48 Stunden und auch länger bei den angegebenen Dimensionen des Apparates gleichmäßig andauert. Man ist so in den Stand gesetzt, ohne Zeitverlust, tagelang eine Substanz bei einer constanten Temperatur in einem Strom von Kohlensäure oder Wasserstoffgas zu trocknen.

Bei der Elementaranalyse selbst, gehen die Verbrennungsröhren meistens zu Grunde und das Zurichten neuer Röhren führt Zeitverlust mit sich. Ich habe mit einer und derselben Glasröhre schon 150 Elementaranalysen gemacht. Es läßt sich dieser Erfolg leicht erzielen. Wenn man das Verbrennungsrohr in einer Rinne von Eisenblech durch Gasbrenner erhitzt, so hat man nur nöthig die Rinne mit Magnesia zu bestauben und zu reiben. Dadurch wird das Glas gehindert, wenn es erweicht, an die Rinne anzuschmelzen. Wird beim Erwärmen zu Anfang der Verbrennung und am Schlusse beim Abkühlenlassen der Röhre dafür gesorgt, daß Erwärmung und Abkühlung nicht zu schnell erfolgen könne und das Rohr vor Luftzug geschützt aufgestellt, so ist man sicher, daß die Glasröhre ganz bleibt. Natürlich ist das nur der Fall, wenn mit Kupferoxyd die Verbrennungen ausgeführt werden, während die Substanz sich in einem Schiffchen befindet.

Kalender der Fruchtreife für die Flora von Österreich.

Von dem c. M. Karl Fritsch,
Vice-Director der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Als integrirender Theil meines Blüthenkalenders der Flora des österreichischen Kaiserstaates [1]) folgt nun ein ähnlicher Kalender der Fruchtreife.

Das Materiale hiezu lieferten die Beobachtungen an 58 Stationen, angestellt in dem zehnjährigen Zeitraume von 1853—1862. Es betheiligten sich demnach nur bei ³/₄ der Stationen, von welchen solche Beobachtungen für die Blüthe vorliegen, an jenen über die Fruchtreife. Die Zahl der beobachteten Arten [2]) ist verhältnißmäßig eine noch geringere und beträgt selbst für Wien nur 239, also ein Fünftheil der Arten, von welchen Beobachtungen über die Blüthe vorliegen. Von den ersteren wurden die meisten beobachtet von Herrn J. Böhm in Agram mit 149, Th. Brorsen in Senftenberg mit 100. Pastor D. Sloboda in Rottalowitz mit 70, Bergrath F. Schwarz in Schemnitz mit 63, Director A. Reslhuber in Kremsmünster mit 41, Subprior S. Prantner in Wilten mit 44 Arten u. s. w. herab, Wenn nun auch hiezu eine Anzahl jener Arten zuwächst, welche in Wien nicht beobachtet worden sind, so bildet diese dennoch den bei weitem kleineren Antheil.

Da noch überdies die Beobachtungen über Fruchtreife keiner solchen Schärfe wie jene über die Blüthe fähig sind, so fand ich mich bestimmt, alle Mittelwerthe zu berücksichtigen, wenn sie wenigstens aus zweijährigen Beobachtungen gewonnen worden sind. Für die Holzpflanzen geben zweijährige Beobachtungen schon Mittelwerthe, welche von Normalwerthen nicht sehr abweichen, für die übrigen Pflanzen wurden aber nur dann zweijährige Mittelwerthe benützt, wenn der wahrscheinliche Fehler derselben $\pm$ 5 Tage nicht überschritt.

---

[1]) Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften Band XXVI.

[2]) Wenigstens in zwei verschiedenen Jahren beobachtet.

Indem ich so eine größere Anzahl von Daten der Vergleichung gewann, konnte ich hoffen, daß die Abweichungen der Mittelwerthe der einzelnen Stationen von den für die geographische Lage und Seehöhe von Wien abgeleiteten Normalwerthen, wozu die Mittelwerthe

Tafel

Unterschiede der Fruchtreife-

Station	Mittlere Zeitunterschiede							
	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Jahr [1]
Admont	. .	. .	—38	—38	—37	—17	. .	—35
Agram	—19	— 4	—18	—10	+ 4	+13	+ 6	— 5
Alkus	. .	. .	. .	—38	. .	. .	. .	—38
Bania	. .	. .	— 3	— 2	— 2	—10	. .	— 4
Bärn	. .	. .	—26	—32	—21	— 9	. .	—21
Biala	. .	— 7	—15	—33	—28	—15	. .	—24
Bludenz	. .	. .	— 8	—20	—17	— 5	. .	—13
Bodenbach	. .	. .	. .	. .	. .	—18	. .	—18
Briesz	. .	. .	—19	—22	— 9	— 3	. .	—12
Brünn	. .	. .	— 1	— 9	— 4	— 3	. .	— 4
Budweis	. .	. .	—19	. .	— 6	. .	. .	—12
Bugganz	. .	+13	— 9	. .	—15	+ 5	. .	— 6
Cilli	. .	. .	+ 6	+ 2	— 3	+ 9	. .	+ 3
Deutschbrod	. .	. .	—20	—24	—29	—23	. .	—25
Eppan	. .	. .	—31	—12	— 4	+ 4	. .	— 8
Felka	.	. .	—26	— 3	. .	. .	. .	—20
Gastein	. .	. .	—24	. .	—47	. .	. .	—30
Gresten	—11	— 7	—16	—27	—13	—13	. .	—15
Hermannstadt	. .	. .	— 5	—24	—10	—10	. .	—13
Hlinik	. .	—14	— 8	— 3	—12	—14	. .	—12
Jallna	. .	—17	—30	. .	—12	—14	. .	—14
Jaslo	. .	. .	— 9	—23	. .	. .	. .	—16
Innsbruck	. .	—17	+ 2	+ 1	. .	. .	. .	— 2
Kaschau	. .	. .	— 8	—11	— 7	—10	.	— 8
Kirchdorf	. .	. .	—13	—24	—21	—23	. .	—20
Klagenfurt	. .	. .	—11	—12	+ 1	+ 1	. .	— 6
Königsberg	. .	—24	— 5	—15	— 4	. .	. .	—10
Kössen	. .	. .	—28	—31	—37	. .	. .	—31
Krakau	. .	. .	— 5	—31	—15	— 6	. .	—16
Kremsier	. .	— 4	—10	—16	—16	—10	. .	—13
Kremsmünster	+ 4	—11	—12	—30	—24	—17	. .	—21
Laibach	. .	. .	— 2	— 9	. .	. .	. .	— 4
Lemberg	—21	—12	—14	—19	—22	— 8	. .	—16
Leutschau	. .	. .	—20	—25	—25	—15	. .	—21
Lienz	. .	. .	—14	—16	—27	—13	. .	—16
Linz	. .	. .	— 4	— 5	. .	. .	. .	— 5
Maltein	. .	. .	—19	. .	—16	. .	. .	—18
Martinsberg	. .	. .	0	0	— 2	. .	. .	0

[1]) Der Mittelwerth des Jahres ist nicht aus den Monatmitteln, sondern den einzelnen Differenzen abgeleitet.

aller Stationen benützt worden sind, ausgeglichen sein werden. — Aus folgender Tabelle ersieht man die mittleren Unterschiede der Fruchtreife-Zeiten an den verschiedenen Stationen, in jedem Monate und im ganzen Jahre, im Vergleiche zu Wien.

I.

Zeiten gegen Wien (W—X).

Zahl der Pflanzenarten							
April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	Jahr
...	...	10	7	11	4	...	32
2	2	10	40	34	43	18	149
...	...	...	2	...	...	...	2
...	...	6	1	6	4	...	17
...	...	4	1	2	3	...	10
...	2	5	10	11	8	...	36
...	...	4	1	3	1	...	9
...	...	...	...	...	2	...	2
...	...	4	1	4	2	...	11
...	...	10	8	10	2	...	30
...	...	1	...	1	...	...	2
...	1	5	...	4	3	...	13
...	...	8	4	8	4	...	24
...	...	2	2	3	1	...	8
...	...	2	2	4	3	...	11
...	...	3	1	...	...	...	4
...	...	7	...	2	...	...	9
1	1	8	4	6	2	...	22
...	...	6	9	10	3	...	28
...	2	4	1	6	6	...	19
...	2	2	...	6	6	...	16
...	...	1	1	...	...	...	2
...	1	3	1	...	...	...	5
...	...	5	2	4	1	...	12
...	...	6	7	5	3	...	21
...	...	5	9	11	1	...	26
...	1	2	2	3	...	...	8
...	...	7	2	3	...	...	12
...	...	5	4	6	1	...	16
...	1	4	7	6	7	...	25
1	1	10	12	11	6	...	41
...	...	4	2	...	...	...	6
1	1	11	4	4	1	...	22
...	...	12	6	8	5	...	31
...	...	7	6	3	1	...	17
...	...	7	6	...	...	...	13
...	...	4	...	1	...	...	5
...	...	1	2	1	...	...	4

Station	Mittlere Zeitunterschiede							
	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Jahr
Neusatz	. .	. .	. .	. .	+16	+ 2	. .	+ 9
Neusohl	. .	. .	— 9	—32	—22	—19	. .	—22
Neutitschein ...	. .	. .	—19	—23	—16	—11	. .	—16
Oberschützen...	. .	— 1	— 9	. .	. .	. .	. .	— 5
Ofen	. .	. .	. .	+10	+18	. .	. .	+14
Prag	. .	—11	— 5	— 5	— 3	+ 8	. .	— 4
Rottalowitz	. .	— 8	—17	—26	—14	—15	. .	—19
Rzeszow	. .	. .	—18	—21	. .	. .	. .	—19
St. Andree	. .	—36	—22	—33	—33	—22	. .	—29
St. Jakob	. .	. .	—31	—34	—35	—19	. .	—32
Schässburg	. .	. .	— 6	—14	—17	—16	.	—12
Schemnitz	. .	—11	—16	—22	—14	— 9	. .	—15
Schößl	. .	. .	—16	—30	—27	. .	. .	—22
Senftenberg....	—19	—13	—17	—14	— 9	+ 1	. .	—13
Skleno	. .	. .	— 9	. .	—23	—13	. .	—20
Szliacs	. .	. .	—28	. .	—27	. .	. .	—27
Tulfes	. .	. .	— 9	. .	—25	. .	. .	—15
Weißbriach	. .	. .	—35	. .	—21	. .	. .	—32
Wilten	—32	—25	—17	—31	—19	—20	. .	—23

Die Art und Weise, wie diese Tafel entworfen und zur Ableitung der normalen Zeiten der Fruchtreife benützt wurde, ist dieselbe wie sie im Blüthenkalender angegeben erscheint, obgleich die Zeitunterschiede in beiden Entwicklungsstadien in der Regel beträchtlich unter einander verschieden sind.

Die Sprünge in den mittlern Zeitunterschieden von einem Monat zum andern sind bei der Fruchtreife noch auffallender als bei der Blüthe, einerseits wegen der geringeren Anzahl der beobachteten Pflanzenarten, andererseits aber auch der Schwierigkeiten wegen, mit welchen die Bestimmung der Fruchtreife verbunden ist.

Eine große Zahl von Arten wird durch die Wiesenschur der Beobachtung entzogen, bei anderen ist der Eintritt der Fruchtreife durch viel zu wenig markirte Erscheinungen bezeichnet. Bei den cultivirten Arten spielt wieder die Sorte eine große Rolle. Das Kriterion der Keimfähigkeit des Samens ist nur durch Versuche zu gewinnen, welche sich mit nur wenigen Pflanzenarten sogleich anstellen lassen. Auch ist die Fruchtreife von den Temperatur-Maximis und der Insolation sehr abhängig, welche Factoren sich an zwei von einander entfernten Stationen in den Mittelwerthen weniger Jahre nur selten der geographischen Lage und Seehöhe entsprechend gestalten.

Zahl der Pflanzenarten							
April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	Jahr
. . .	. . .	. . .	. . .	1	1	. . .	2
. . .	. . .	1	2	2	1	. . .	6
. . .	. . .	2	3	7	3	. . .	15
. . .	1	1	. . .	. . .	. . .	. . .	2
. . .	. . .	. . .	1	1	. . .	. . .	2
. . .	1	9	4	10	2	. . .	26
. . .	2	17	23	22	6	. . .	70
. . .	. . .	1	1	. . .	. . .	. . .	2
. . .	1	1	1	5	3	. . .	11
. . .	. . .	8	2	6	1	. . .	17
. . .	. . .	5	1	2	6	. . .	14
. . .	4	12	14	24	9	. . .	63
. . .	. . .	2	1	1	. . .	. . .	4
1	6	35	29	27	2	. . .	100
. . .	. . .	1	. . .	6	1	. . .	8
. . .	. . .	2	. . .	4	. . .	. . .	6
. . .	. . .	2	. . .	1	. . .	. . .	3
. . .	. . .	4	. . .	1	. . .	. . .	5
1	2	10	13	16	2	. . .	44

Gleichwohl sind Versuche, die mittlern Fruchtreife-Zeiten der Pflanzen zu fixiren, so wichtig für viele praktische Zwecke, daß man sich durch die angeführten Schwierigkeiten nicht abschrecken lassen darf. Sind in den Floren schon die Blüthezeiten kaum auf Monate genau angegeben, so fehlen Angaben über die Zeiten der Fruchtreife gänzlich. Durch die meinen wird somit eine wesentliche Lücke ausgefüllt. Sie können sichere Anhaltspunkte liefern zur Beantwortung der Fragen, an welchen Orten Anbauversuche mit den beobachteten Pflanzen noch lohnend zu werden versprechen, so wie zur Lösung mancher Probleme der Pflanzengeographie, insbesonders zur Erklärung der Verbreitungsgebiete einzelner Pflanzenarten.

Zur Reduction der mittleren Fruchtreife-Zeiten an den einzelnen Stationen auf die geogr. Lage und die Seehöhe von Wien mit Hilfe der Tafel I bestimmte mich wie in meinem Blüthenkalender zunächst wieder die Absicht, eine Controle der für Wien aus unmittelbaren Beobachtungen gewonnenen Daten zu gewinnen [1]) und zugleich die Aussicht, einen Kalender der Fruchtreife zu erhalten, welcher auch

[1]) M. s. Ergebnisse mehrjähriger Beobachtungen über die periodischen Erscheinungen in der Flora und Fauna in der Umgebung Wiens, im XXIV. Bande der Denkschriften der kaiserl Akademie der Wissenschaften.

noch andere als die von mir selbst beobachteten Pflanzenarten umfaßt. Ohnehin läßt sich dieser Kalender mit Hilfe der Tafel I für jeden der darin genannten Orte einrichten und wenn es sich um Näherungswerthe handelt, für jeden Ort unseres Kaiserstaates [1]).

Die Einrichtung des nun folgenden Kalenders ist sehr einfach, derselbe enthält die normalen Zeiten für die ersten reifen Früchte in chronologischer Folge. Bei allen Pflanzenarten, welche in Wien beobachtet worden sind, ist die Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung angegeben und mit + bezeichnet, wenn unmittelbare Beobachtungen von Wien einen kleineren Mittelwerth geben, als die Beobachtungen sämmtlicher Stationen, im Gegenfalle mit —.

---

1) M. s. phänologische Untersuchungen im LIII. Bande der Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

Kalender der Fruchtreife.

April.

13—4 [1]).

Veronica agrestis.

14—4.

Veronica hederaefolia.

15—4.

Tussilago farfara . . . . . . ±0

17—4.

Holosteum umbellatum . . . . . —2
Viola canina.

Mai.

1—5.

Populus tremula . . . . —7

3—5.

Salix caprea . . . . +1
Taraxacum officinale . . . . . +1

5—5.

Capsella Bursa pastoris . . . . —6

8—5.

Senecio vulgaris . . . . +5

11—5.

Galanthus nivalis.

12—5.

Salix purpurea . . . . —7
Thlaspi perfoliatum . . . . . . +8

13—5.

Cerastium triviale.

14—5.

Erodium cicutarium . . . . —6
Salix aurita.
Ulmus effusa . . . . —5

17—5.

Populus alba . . . . +2
Ulmus campestris . . . . +3

22—5.

Fritillaria imperialis.

26—5.

Fragaria vesca . . . . —8

27—5.

Thlaspi arvense.

28—5.

Hieracium Auricula?

29—5.

Cardamine pratensis.
Chelidonium majus.
Lamium Orvala . . . . —4
Populus pyramidalis . . . . . . —2

30—5.

Populus nigra . . . . ±0

Juni.

3—6.

Mercurialis perennis.

4—6.

Fragaria elatior . . . . +1

5—6.

Anthoxanthum odoratum.
Hieracium Pilosella . . . . —1

---

[1]) Die Ziffer rechts vom —Zeichen bedeutet den Monat, jene links den Tag.

6—6.

Gnaphalium dioicum . . . . . —3

7—6.

Alopecurus pratensis.
Euphorbia Cyparissias . . . . +3
Leontodon hastilis.
Tragopogon pratensis.

8—6.

Hieracium murorum . . . . —3
Orobus vernus.
Rhinanthus minor.
Ribes nigrum.

10—6.

Alyssum calycinum . . . . +3
Anthriscus Cerefolium.
Sisymbrium Sophia . . . . ±0

11—6.

Hieracium praealtum . . . . . ±0
Prunus avium . . . . —8
Rhinanthus Crista galli . . . . —5
Tragopogon major . . . . —3

12—6.

Carum Carvi.

13—6.

Colchicum autumnale.
Lepidium Draba . . . . —1
Lithospermum arvense.
Ranunculus arvensis . . . . . +1

14—6.

Geranium columbinum.
Hypochoeris radicata.
Ribes rubrum . . . . +2
Vaccinium Myrtillus . . . . . . —2

15—6.

Briza media . . . . —3
Chaerophyllum hirsutum.

16—6.

Linum catharticum . . . . —2

17—6.

Avena flavescens.
Cirsium rivulare.
Polygonum Bistorta . . . . +3

18—6.

Papaver Argemone.
Poterium Sanguisorba . . . . . . +1
Statice elongata . . . . —3

19—6.

Anagallis arvensis.
Brassica Rapa.
Campanula patula.
Dactylis glomerata . . . . —2
Geranium Robertianum.
Papaver Rhoeas . . . . +3
Spinacia oleracea . . . . —2

20—6.

Daphne Merereum . . . . +14[1])
Helianthemum vulgare . . . . . —2
Hieracium aurantiacum . . . . ±0
Prunus Cerasus . . . . ±0

21—6.

Amelanchier vulgaris . . . . . . —4
Knautia arvensis.
Prunus Padus . . . . ±0
Ribes Grossularia . . . . +3

22—6.

Crepis biennis . . . . —12
Luzula albida . . . . —4
Lycium barbarum . . . . —3
Reseda luteola . . . . —4

23—6.

Camelina sativa . . . . +2
Cynoglossum officinale.
Cianthus plumarius . . . . —3

---

[1]) Im Wiener botan. Garten an sonnigem Standorte, an den Stationen in Wäldern.

Morus alba . . . . +7
Plantago media.
Prunus Chamaecerasus . . . . —5

24—6.

Anthemis arvensis.
Geum rivale . . . . +4
Plantago lanceolata . . . . . . —1
Polemonium coeruleum . . . . —4

25—6.

Sambucus racemosa . . . . . . +4
Scorconera hispanica . . . . . ±0

26—6.

Cotoneaster vulgaris . . . . . ±0
Euphorbia Esula . . . . +2
Lonicera tatarica . . . . +4
Rubus Idaeus . . . . +2
Secale cereale . . . . +6
Tulipa silvestris . . . . . —10[1]

27—6.

Aquilegia vulgaris.
Calamintha Acinos.
Lonicera Xylosteum . . . . . . ±0

28—6.

Galium Aparine . . . . ±0

29—6.

Actaea spicata.
Avena fatua.
Epilobium montanum . . . . . —6
Hypochoeris maculata . . . . . —4
Imperatoria Ostruthium . . . . —1
Lotus corniculatus . . . . ±0
Raphanus Raphanistrum.
Stachys silvatica.

30—6.

Asparagus officinalis . . . . . +5
Prunus Mahaleb . . . . +2

Juli.

1—7.

Centaurea Cyanus . . . . —2
Sinapis arvensis.
Sonchus arvensis . . . . +8
Valeriana officinalis.

2—7.

Delphinium Consolida.
Paris quadrifolia.
Vicia sativa.

3—7.

Brassica oleracea.
Triticum vulgare hybernum . . . —2

4—7.

Tulipa Gesneriana.

5—7.

Carduus acanthoides . . . . . +2
Scrofularia nodosa.

6—7.

Bromus secalinus.
Cirsium palustre . . . . +3
Delphinium Ajacis.

7—7.

Rhus Cotinus . . . . —6

8—7.

Colutea arborescens . . . . . . —4
Geranium pratense . . . . . . —2
Solanum Dulcamara . . . . . +6

9—7.

Centaurea Scabiosa . . . . . . —4
Convolvulus arvensis.
Cornus alba . . . . +5
Malva rotundifolia . . . . . —10
Rhamnus Frangula . . . . . +2
Phalaris arundinacea . . . . . +7

10—7.

Lonicera alpigena.
Melampyrum arvense . . . . . . —4

---

[1]) Mit Ausnahme von Wien nur noch zweijährige Beobachtungen von Agram.

Prunus Armeniaca . . . . +1
Silene inflata.
Verbascum phoeniceum . . . . —3

11—7.

Cirsium arvense . . . . ±0
Delphinium elatum . . . . —1
Salvia verticillata.

12—7.

Agrostemma Githago . . . . —10
Bupleurum longifolium . . . . —9
Lapsana communis . . . . +1

13—7.

Antirrhinum majus.
Chrysanthemum Parthenium . . —4
Linaria vulgaris.
Lonicera Caprifolium.
Rubus caesius . . . . —7

14—7.

Epilobium angustifolium . . —22 [1])

15—7.

Aegopodium Podagraria . . . —10
Pyrus communis . . . . +2
Symphoricarpus racemosus.

17—7.

Campanula Rapunculus . . . . +8
Chrysanthemum inodorum . . . —8
Lathyrus pratensis.
Stachys palustris.

18—7.

Plantago major . . . . —7
Senecio Jacobaea.

19—7.

Cichorium Intybus . . . . —6
Levisticum officinale . . . . . +2

20—7.

Digitalis purpurea . . . . ±0
Evonymus verrucosus.

21—7.

Coronilla ariva.
Impatiens Noli tangere.
Sorbus Aucuparia.

22—7.

Spiraea opulifolia . . . . . +11

23—7.

Lactuca sativa . . . . —3

24—7.

Cirsium oleraceum.
Clematis integrifolia . . . . . +6
Erigeron canadense . . . . —2

25—7.

Clinopodium vulgare.
Gladiolus imbricatus . . . . . . —4

26—7.

Cytisus Laburnum . . . . —2

27—7.

Gladiolus communis . . . . —2
Staphilea pinnata . . . . +3
Viburnum Opulus . . . . |

28—7.

Linaria minor . . . . —9

29—7.

Althaea rosea . . . . —2
Nepeta Cataria . . . . +4
Rubus fruticosus . . . . +13
Verbena officinalis . . . . —1

30—7.

Berberis vulgaris . . . . +6
Viburnum Lantana . . . . —1

31—7.

Ononis spinosa.
Rosa alpina . . . . +7

---

[1]) In Wien nur zweijährige Beobachtungen und auf den Waldbergen.

August.

1—8.

Pyrus Malus.

2—8.

Hyssopus officinalis . . . . . —2
Rhamnus Cathartica . . . . . —3
Tilia grandifolia . . . . +4

3—8.

Anthemis nobilis . . . . +6
Cirsium acaule . . . . —6

4—8.

Persica vulgaris . . . . . —26 [1])
Prunus insititia . . . . —4
Sambucus nigra . . . . +2

5—8.

Lilium Martagon.
Prunus spinosa . . . . . . +14 [2])

7—8.

Oenothera biennis . . . . —2
Picris hieracioides . . . . —2

8—8.

Betula alba.
Evonymus latifolius . . . . —7
Lythrum Salicaria.
Symphoricarpus vulgaris . . . +3

9—8.

Cytisus nigricans . . . . —8

10—8.

Angelica silvestris.
Cirsium lanceolatum . . . . . . —3
Corylus Avellana . . . . +3
Heracleum Sphondylium . . —21 [3])

11—8.

Aethusa Cynapium . . . . —4
Alisma Plantago . . . . —8
Genista tinctoria . . . . —8
Inula salicina . . . . —9
Verbascum Thapsus . . . . —2

12—8.

Rubia tinctorum . . . . —6

13—8.

Melissa officinalis . . . . +7
Spiraea sorbifolia . . . . +5

14—8.

Acer tataricum . . . . ±0
Cornus sanguinea . . . . +6
Ostrya carpinifolia.
Serratula tinctoria . . . . —7

15—8.

Cornus mas . . . . —5
Petroselinum sativum . . . . . +4
Prunus domestica . . . . +3
Rosa canina . . . . —5
Solidago Virgaurea . . . . +2

16—8.

Datura Stramonium.
Eupatorium cannabinum . . . . +7
Juniperus communis . . . . —10 [4])

17—8.

Crataegus Oxyacantha . . . . . —3
Glycirrhiza glabra . . . . +4

---

[1]) Angaben in der „Presse" zufolge bei Wien bereits am 9—7. Wahrscheinlich die Früchte um diese Zeit am Markte zuerst verkauft und aus südlichen Gegenden eingeführt. Ich selbst fand keine Gelegenheit das Datum durch Beobachtungen bei Wien zu verificiren.

[2]) Fruchtreife schwierig zu bestimmen.

[3]) Bei Wien auf Bergwiesen beobachtet.

[4]) Von Wien nur zweijährige Beobachtungen.

18—8.

Achillea Ptarmica . . . . . . —3

19—8.

Dypsacus fullonum . . . . . . +9
Ligustrum vulgare . . . . . —10
Ruta graveolens . . . . —2
Sambucus Ebulus . . . . —6

20—8.

Arum maculatum.
Eryngium amethystinum . . . . —9

23—8.

Ptelea trifoliata . . . . —2

24—8.

Eryngium campestre . . . . —10
Sorbus Aria . . . . —1
Vitis vinifera . . . . . . —17 [1]

25—8.

Aristolochia Clematitis . . . . —8

26—8.

Acer Pseudoplatanus . . . . —11
Aconitum variegatum . . . . . +3

27—8.

Ampelopsis hederacea . . . . . —1
Xanthium spinosum . . . . . . +1

29—8.

Syringa vulgaris . . . . +5

30—8.

Evonymus europaeus . . . . . +4
Robinia Pseudacacia . . . . . —7

September.

1—9.

Humulus Lupulus.
Pinus Larynx . . . . . . +20 [2]
Tilia parvifolia . . . . —1

3—9.

Bidens tripartita . . . . —7
Robinia viscosa . . . . +4
Succisa pratensis . . . . —3

7—9.

Carpinus Betulus . . . . . +23 [3]

8—9.

Juglans regia . . . . —2

9—9.

Phytolacca decandra . . . . . —2

10—9.

Acer campestre . . . . +4
Aesculus Hippocastanum . . . . +2

11—9.

Acer platanoides . . . . +4

12—9.

Pinus Strobus.

15—9.

Fagus silvatica . . . . +3

18—9.

Rhus typhina.

19—9.

Cydonia vulgaris . . . . +7
Quercus pedunculata . . . . . +3

---

[1]) Auch hier gilt die Bemerkung bei *Persica vulgaris*. Mittlere Zeit der Reife der frühesten Sorte im botanischen Garten an Traillagen am 4—9.

[2]) Zu Wien mit der braunen Färbung der Zapfen wahrscheinlich zu früh angenommen.

[3]) Zu Wien nach Beobachtungen im botanischen Garten, wo die Früchte gewöhnlich verkümmern und daher zu früh reifen.

20—9.

Aesculus Pavia . . . . —8
Amorpha fruticosa . . . . . . —5
Fraxinus excelsior.

25—9.

Alnus glutinosa . . . . —15

28—9.

Castanea vesca.

29—9.

Acer Negundo.

October.

4—10.

Liriodendron tulpifera.

5—10.

Mespilus germanica . . . . +24 [1])

8—10.

Cercis Siliquastrum . . . . . . +3

14—10.

Catalpa syringaefolia . . . . . —5

Die Übereinstimmung zwischen den Mittelwerthen, welche aus den Beobachtungen sämmtlicher Stationen abgeleitet worden sind, mit jenen aus unmittelbaren Beobachtungen bei Wien ist größer, als man hätte erwarten sollen, die Abweichungen halten sich mit wenigen Ausnahmen, wovon die Ursachen theilweise angegeben sind, innerhalb der gewöhnlichen Grenzen der Beobachtungsfehler.

Von den 285 Arten der Pflanzen, für welche die mittleren Zeiten der Fruchtreife angegeben sind, entfallen

auf den April 5
„ „ Mai 23
„ „ Juni 89
„ „ Juli 78
„ „ August 63
„ „ September . . . 23
„ „ October . . . . 4.

Ohne Zweifel würde sich die jährliche Vertheilung etwas anders gestalten, wenn nicht durch die Wiesenschur, welche wenigstens zweimal im Jahre, in unseren Gegenden anfangs Juni und September stattfindet, so manche Pflanzen den Beobachtungen entzogen würden.

Eine Vergleichung der Fruchtreife-Zeiten mit den entsprechenden Daten des Blüthenkalenders führt zwar sofort zur Kenntniß des normalen Zeitraumes, dessen die einzelnen Pflanzenarten von der Blüthe bis zur Fruchtreife bedürfen. Dieser Zeitraum ist jedoch ohne Zweifel

---

[1]) In Wien mit der braunen Färbung der Früchte allein, zu früh angenommen.

an verschiedenen Stationen nicht derselbe, sondern im Allgemeinen ein desto kürzerer, je wärmer die Jahreszeit, in welche derselbe fällt. So lange das Gesetz dieser Abhängigkeit nicht ermittelt wird, ist es also unzulässig, aus den normalen Blüthezeiten eines Ortes für denselben die normalen Fruchtreife-Zeiten in der erwähnten Weise abzuleiten. Eher ist es zulässig die letzteren mit Hilfe der Constanten zu bestimmen, welche ich in einer früheren Arbeit mittheilte [1]) und sicherer noch gelangt man zum Ziele, wenn man sich der Tafel I in dieser Abhandlung bedient, welche freilich nur für die darin aufgezählten Orte Anwendung findet.

Für die Erscheinungen, welche als Zeichen der Reife bei einzelnen Pflanzenarten angesehen worden sind, enthält meine Anleitung zu phänologischen Beobachtungen viele Andeutungen [2]), welche auch auf andere als die dort angeführten Pflanzenarten und Gattungen Anwendung finden können, falls die Fruchtbildung eine ähnliche ist.

---

1) Phänologische Untersuchungen. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. LIII. Band. 1866.

2) Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. XXXVII. Band. 1859.

Herrn Director Julius Schmidt's Beobachtung der Meteore in der Nacht des 13.—14. November 1866.

Von dem w. M. W. Ritter v. Haidinger.

Neuerdings bin ich unserem hochgeehrten Freunde, Herrn Director Julius Schmidt für einen werthvollen Beitrag zur Entwickelung der Beobachtungen über das periodische November-Meteorphänomen zu dem innigsten Danke verpflichtet, welchen er mir unter Datum des 23. November zur Vorlage an die hochverehrte mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften freundlichst anvertraute. Ich darf wohl des Zusammenhanges der Erscheinungen und der Beobachtungen wegen einen Augenblick auch auf einigen seiner früheren Mittheilungen verweilen, und meiner eigenen Bestrebungen, Verbindungs-Thatsachen in denselben nachzuweisen mit den Meteoritenfällen, wo dieselben in Mehrzahl, in Schwärmen, auf der Erde angelangt sind. Es war dies zuvörderst Herrn Julius Schmidt's Bericht über das Feuermeteor am 18. October 1863 [1]), welches ich am 5. November vorlegte, mit der Ersten teleskopischen Beobachtung eines großen Feuermeteors, einer Feuerkugel oder Bolide, und der Auflösung derselben in viele parallel sich bewegende einzelne Theile, deren jede für sich den Charakter der Gesammterscheinung bewahrte. Die Eigenthümlichkeit dieser Erscheinung war es, auf welche ich in der nämlichen Sitzung am 5. November [2]) die Erscheinung wahrer Meteoritenschwärme bezog, nachdem ich aus der Beschaffenheit einzelner Steine von Stannern am 19. April 1860 und am 22. Mai 1862 [3]) und anderwärts die parallele Bewegung der gefallenen Steine während ihres Vordringens in unsere Atmosphäre nachgewiesen hatte.

Der zweite Bericht über jenes Meteor des 18. October 1863 mit näheren Erörterungen und den numerischen Daten, am 8. Jänner [4])

---

[1]) Sitzungsb. der Kais. Akademie der Wissensch. math.-naturw. Cl. Bd. XVIII. S. 551.
[2]) Sitzungsb. Bd. XVIII. S. 559. [3]) Sitzungsb. Bd. XL. S. 525 und Bd. LV. S. 791.
[4]) Sitzungsb. Bd. XLIX. S. 17.

1864 von mir vorgelegt, welches vielfach das Gesichtsfeld erweiterte, gab auch mir wieder Veranlassung nun vollends an dem nämlichen Tage der hochverehrlichen Classe vorgelegt, ein Gesammtbild „Sternschnuppen, Feuerkugel und Meteoritenschwärme im Zusammenhange betrachtet [1])" zu entwerfen. Ich hatte gleichzeitig meinem hochverehrten Gönner, Herrn A. Quetelet, beständigem Secretär der Königlich-belgischen Akademie der Wissenschaften in Brüssel, diese Zusammenstellung vorgelegt, und sie war auch der königlichen Akademie [2]) vorgelegt worden, so wie sie später nicht nur in einem politisch-industriell-commerciellen Tageblatte „*Le Progrès par la Science* [3])" in großer Ausdehnung enthalten war, ein Beweis wie dort auch die periodische Tagespresse ausführliche Berichte über wissenschaftliche Forschungen in das Bereich ihrer Aufgaben zieht, sondern eben so auch in Herrn Le Verrier's Blatte *Bulletin international de l'Observatoire Impérial de Paris* [4]) ein ausführlicher Bericht darüber enthalten ist, bei welchem Herr G. Rayet am Schluße bemerkt: „Nicht alle die genialen Betrachtungen, auf welche Herr Haidinger sich bezieht, um den unumstößlichen Satz zu beweisen, daß die kosmischen Materien verschiedene Aggregationsgrade besitzen müssen, welche mit den Gesetzen des Widerstandes der Luft combinirt, genügen, um die Erscheinungen zu erklären, welche uns die Sternschnuppen, die Feuerkugeln und die Aërolithen darbieten, sind gänzlich neu. Die meisten derselben wurden bereits durch die Herren Joule, A. Herschel und den Verfasser ausgesprochen, aber hier sind sie zuerst als Gesammtdoctrine dargelegt, und dies ist es, welches der Abhandlung des Herrn Haidinger Anregung verleiht [5]).

Auch später setzten sich diese Betrachtungen fort. Namentlich hatte Herr Director Eduard Heis in Münster darauf hingewiesen, daß er bereits in seiner Schrift: „Die periodischen Sternschnuppen

---

[1]) Sitzungsb. Bd. XLIX. S. 6. [2]) Bulletin. 2ᵉ Ser. tome XVII, Nr. 2. [3]) Bruxelles. Nr. 82. 22. März 1864. [4]) Avril. 2. 1864.

[5]) Les considérations ingénieuses, que M. Haidinger met en avant pour montrer le fait incontestable, que les matières cosmiques doivent avoir des degrés d'aggregation différents, combiné avec les lois de la resistance de l'air, suffit pour expliquer les phénomènes que nous presentent les étoiles filantes, les bolides, les aérolithes, ne sont pas toutes nouvelles. La plupart ont déjà été annoncées par M. M. Joule, A. Herschel ou par l'auteur, mais c'est la première fois qu'elles sont réunies en un corps de doctrine; et c'est à cela que le mémoire de M. Haidinger emprunte son intérêt.

u. s. w." vom Jahre 1849, 4°, die Hypothese aufgestellt, daß eine große Anzahl der Sternschnuppen aus pulverigen Stoffen bestehen dürften [1]), und ich hatte wieder darauf bemerkt, daß doch nicht dies als eine eigentliche Begründung der Ansichten Alexander Herschel's in Abbé Moigno's *Les Mondes*. I. Année T. II. 14 livr. 5. Nov. 1863 genannt werden könne, welche sich ungezwungen in das Bild des Zusammenhanges der Erscheinungen, wie ich es am 8. Jänner 1864 verlangte, einreiht [2]).

Hier ist es aber meine Pflicht, einen nahe gleichzeitigen Ausspruchs des hochverdienten Directors Heis in Erinnerung zu bringen aus seinem Berichte über die große Feuerkugel, welche am 4. März 1863 in Holland, Deutschland, Belgien und England gesehen worden ist, und zwar auf Seite 51: „Nach den Erfahrungen, die ich seit 25 Jahren, in denen ich mich unausgesetzt mit der Erforschung der verschiedenen Meteore beschäftigt, gemacht habe, komme ich mehr und mehr zu der Überzeugung, daß ein allmäliger Übergang statt finde von den kleinen und schwachen Sternschnuppen zu den großen glänzenden Feuerkugeln und daß diese wie jene kosmischen Ursprungs sind." Ich hatte allerdings, durch des Verfassers freundliche Güte seit 4. September 1863 die Schrift zur Hand, aber gerade diese Stelle war mir in ihrem Zusammenhange ohne Eindruck geblieben. Es ist eine späte aber nicht minder herzliche Anerkennung von meiner Seite.

Seit dieser Zeit hatten wir die Meteoritenfälle von Tourinnes-la-Grosse, von Orgueil, besonders aber nun am 9. Juni 1866 den Meteorstein-Schwarmfall von Knyahinya, eine Anzahl von mehr als 1000 einzelnen Steinen, welche doch noch Massen von Staub in der Atmosphäre zurückließen, bis dieser, Rauch-, Nebel-, Wolkenstreif genannt, nach einer Viertelstunde nach dem Falle sich verzog.

Seit der Zeit auch viele tiefgreifende Arbeiten ausgezeichneter Forscher. In dem wichtigen Vortrage des Herrn Alexander Herschel in der Royal Institution am 25. Mai 1866 über die Sternschnuppen der Jahre 1865 und 1866, und über die Wahrscheinlichkeit einer kosmischen Theorie ihres Ursprungs [3]) wird die Anwen-

---

[1]) Bulletin de l'Acad. Royal de Belgique. Nr. XVI. 12.

[2]) Der Meteorstein von Tourinnes-la-Grosse u. s. w. Bericht von W. Haidinger. Sitzungsberichte Band XLIX. II. S. 123.

[3]) Traduction de M. l'abbé Moigno. Les Mondes (4. October 1866). 2e Sér. I., Tome XII, p. 200.

dung des Spectroskops empfohlen, um zu ergründen, ob die Meteore und ihre Schweife aus festen oder gasartigen Stoffen bestehen. Alles läßt vermuthen, „daß sie aus festen Theilchen bestehen, wahrscheinlich in dem Zustande feinster Vertheilung [1]).“

Aber nun die neue glänzende Beobachtung des Herrn Directors Julius Schmidt, während des November-Meteor-Phänomens 1866. Die gewöhnliche Art der Beobachtung reichte bei der außerordentlichen Menge der Sternschnuppen aller Größen nicht mehr aus. An besondern Stellen, wohin das Auge lebhaft hingezogen wurde, flogen die Meteore fast ohne Unterbrechung in parallelen Bahnen neben einander hin. Größere Phänomene, als Boliden oder Feuerkugeln verzeichnet, wenn ihr Glanz größer als der des Sirius war, flogen oft zu drei bis fünf innerhalb weniger Secunden nachbarlich nebeneinander. Meteore ersten Ranges waren selten. Nur eines sah Herr Julius Schmidt selbst, welches einen Vergleich mit dem großen Athener-Meteor vom 18. October 1863 aushielt.

„Es genügte eine Minute“, sagt Schmidt, „um zu erkennen, daß alle Meteorbahnen, rückwärts verlängert gedacht, den bekannten Convergenzpunkt im Löwen trafen.“ Sehr wenige nur gehörten nicht dieser Radiation an. Hier ist also eine neue glänzende Schau jener wunderbaren Thatsache der parallelen Fortbewegung im Raume so zahlreicher einzelner Körper, mit planetarer Geschwindigkeit, von größerer und geringerer Helligkeit, die größeren gewiß von der Art, wie sie von Julius Schmidt am 18. October 1863 als aus vielen einzelnen Theilen zusammengesetzt, nachgewiesen wurden, alle aber, nach den Ansichten, wie sie von Alexander Herschel, von Heis und von mir entwickelt wurden, aus Staub in geballtem Zustande bestehend.

So bewegen sich große und kleine Steine oder Steinbruchstücke zusammen durch den Raum und erscheinen uns als mit Steinfällen verbundene Feuermeteore, so bewegen sich die feinsten zusammengeballten Staubmassen und erscheinen als Feuerkugeln und Sternschnuppen, so endlich die aus den zahlreichsten solchen Körpern bestehenden, festen Zeiten angehörigen Meteorströme. Immer mehr befestigt sich die Zusammengehörigkeit dieser Erscheinungen.

---

[1]) La présomption *est qu'ils sont formés de particules solides*, probablement à l'état de division extrême.

Beobachtung der Meteore in der Nacht des 13.—14. November 1866.

(Schreiben an Herrn k. Hofrath und R. W. Haidinger.)

Von J. F. Julius Schmidt,
Director der Sternwarte zu Athen.

Seit der denkwürdigen Erscheinung des großen, am 13. November 1833 in Nordamerika beobachteten Meteorschwarmes hat man, zumal auf Olbers' Ansicht sich berufend, mehrfach die Vermuthung ausgesprochen, daß ein Maximum der Häufigkeit jener Meteore nach je 34 Jahren zu erwarten sei. Bonpland's und v. Humboldt's Beobachtung zu Cumana, am 12.—13. November 1799, gab dazu, wie bekannt, die Veranlassung. Die nicht zahlreichen Wahrnehmungen der Jahre 1831 bis 1833 und 1834 bis 1838 liessen erkennen, daß eine allmälige Zu- und Abnahme der Häufigkeit stattfinde. Es stellte sich außerdem heraus, daß die Meteore in den Frühstunden am häufigsten erscheinen, und daß sie der Mehrzahl nach der Radiation im Sternbilde des Löwen angehören. Kaum mehr als dies Wenige kann als Resultat der Beobachtungen eines Drittel Jahrhunderts für die Novembermeteore angesehen werden. Die letzten Jahre vor 1866 haben ungeachtet der spärlichen Untersuchungen dargethan, daß die Häufigkeit der Meteore im November wieder zunehme; so die Athener Beobachtung am 13. November 1863, und die wichtige von Glaisher zu London am 12. November 1865. Die außerordentliche und glanzvolle Erscheinung in der Nacht des 13.—14. November 1866 bestätigt die Vermuthung einer periodischen Wiederkehr, und stellt das wirkliche Maximum für das Jahr 1867 mit einiger Wahrscheinlichkeit in Aussicht.

Was ich selbst im Verlaufe von 26 Jahren an Sternschnuppen und großen Meteoren gesehen habe, tritt sehr in den Hintergrund gegen das zuletzt beobachtete Phänomen, dessen freilich nicht ganz

vollständige Auffassung, hier zu Athen durch eine vorzüglich heitere Nacht begünstigt wurde. Es liegt mir ob, in möglichst präciser Form die Resultate dieser Nacht zu beschreiben. Indem mir bekannt ist, welchen Zweifeln theilweise auch jetzt noch die einstigen amerikanischen Angaben unterworfen sind, namentlich seit Saigey's [1]) vielleicht doch zu strenger Kritik, werde ich versuchen, für die Zukunft ein Document aufzustellen, welches weder zu Klagen über Undeutlichkeit, noch zu Beschwerden wegen Übertreibungen Veranlassung geben soll.

Nicht Alles, was in der Nacht des 13. November erschien, ist zu Athen bemerkt worden. Durch ein Mißverständniß in der von mir bestimmten Vertheilung der Beobachtungsstunden geschah es, daß zwei sehr wichtige Stunden unbenützt blieben. Denn während der eine Beobachter um 14^h seine Zählung schloß, begann ich nebst zweien Anderen die Zählung der Meteore erst um 16^h. Ich hoffe aber darthun zu können, daß die schließlich ermittelten Resultate keinem ernsten Zweifel unterliegen werden.

Vom 1. bis 12. November, bei mitunter sehr günstigem Wetter, war die stündliche Häufigkeit nie bedeutend. Selbst in der zum Theil sehr heiteren Nacht des 12.—13. November, fand ich solche gegen 15—16^h nicht über 14. Auch eine allmälige Zunahme mit der October-Periode, die vor 20 Jahren von Heis und mir nachgewiesen ward, ließ sich nicht deutlich erkennen.

Während 1863 zu Athen das Maximum auf die Nacht des 13.—14. November fiel, zeigte es sich 1865 zu London in der Nacht vom 12.—13. November; 1866 dagegen zu Athen unzweifelhaft nur in der Nacht zwischen November 13. und 14., und zwar nach 14^h. Die Nächte vor- und nachher waren arm an Sternschnuppen, wobei indessen zu bemerken, daß sich für November 14 wegen des meist bedeckten Himmels keine volle Gewißheit erlangen ließ.

Seit einigen Jahren habe ich drei Personen, die übrigens jeder wissenschaftlicher Beschäftigung fern stehen, eingeübt, die stündliche Häufigkeit der Meteore, die ich (für einen Beobachter) stets durch z bezeichne, in den mondlosen Nächten mit Sorgfalt zu ermitteln. Es

---

[1]) Recherches sur les étoiles filantes, par MM. Coulvier-Gravier et Saigey. Paris 1847.

sind Deutsche, in meinem Hause oder an der Sternwarte dienend. Meine Angaben bezeichne ich in der Folge durch *S*, die der drei Gehilfen durch *A*, *B* und *C*. Es stellte sich heraus, daß die Beobachter *A* und *B* mit mir sehr nahe übereinstimmen, während *C*, ein schon bejahrter und schwächlicher Mann, durchschnittlich nur die Hälfte der von *S*, *A* und *B* zur selben Zeit gesehenen Meteore wahrnehmen kann. Da diesem nun diesmal die Hauptbeobachtung zufiel, so ist es nöthig hier mitzutheilen, auf welche Weise ich seine Angabe, nämlich für 13—14 Uhr zu reduciren hatte.

In Nächten, da nur helle Sternschnuppen fielen, zeigte sich, wenn in derselben Stunde beobachtet ward, dann *S*, *A*, *B* und *C* nahe übereinstimmten; ebenso bei Mondschein, wenn sehr lichtschwache Meteore unsichtbar bleiben. Sind aber in mondloser Nacht die schwachen Meteore von der 4. bis 6. Grösse überwiegend an Zahl, so ist z bei *C* sehr viel kleiner, und zwar jedesmal. Ich konnte 20 Nächte benützen, da die Beobachtungsstunde von *C* mit der von *S*, *A* oder *B* übereinstimmte, um für *C*, hinsichtlich z, die Werthe $\frac{C}{S}, \frac{C}{A}, \frac{C}{B}$ zu ermitteln. Ich finde dann für *C* im Mittel den Werth $z = 0{\cdot}61\ S$, variabel zwischen 0·4 und 0·75. Speciell für 1866 Nov. 13, und zwar zwischen 16·5 und 17·5^h, war für *C* die Zahl $z = 0{\cdot}41\ S$. Ich werde später angeben, weßhalb $z = 0{\cdot}6\ S$ für den Beobachter *C* anzuwenden sei.

Am 13. November von 6 bis 12 Uhr Nachts, zeigte sich am Himmel keine auffallende Erscheinung. Die Mondsichel ging gegen 9½ Uhr unter. Bis 8 Uhr war ich auf der Sternwarte und ließ durch *C* von 6 bis 7 Uhr beobachten, der $z = 6$ fand. Nach Hause zurückgekehrt, wo ich auf der Terrasse noch Meteore aufzusuchen gedachte, ließ ich durch *A* eine Stunde lang die Meteore zählen, während welcher Zeit der Mond unterging; später ebenso durch *B*. Dass bis 11 Uhr z unbedeutend blieb, konnte ich mehrfach selbst bestätigen, und sicher feststellen, daß die wenigen Sternschnuppen 4. bis 1. Größe alle den Convergenzpuncten der Cassiopea und des Perseus angehörten, keine jedoch dem des Löwen, der in den Abendstunden noch tief unter dem nordöstlichen Horizonte lag.

Als ich um 16 Uhr auf die Terrasse kam, war die Menge der Sternschnuppen aller Grössen außerordentlich, und wenn ich auch die üblichen Vergleichungen mit dem Regen oder mit dem Schneefall

sogleich als ganz unzulässig für diesen Fall erachten mußte, war es doch einleuchtend, daß die gewöhnliche Art der Beobachtung hier nicht mehr ausreichen könne. Gewohnt, ungefähr ein Drittheil des Himmels einigermaaßen bequem zu überblicken, wenn ich z bestimmte, zeigte sich nun, daß das Auge viel zu oft und lebhaft durch besondere Stellen des Himmels angezogen und beschäftigt ward, wo die Meteore fast ohne Unterbrechung in parallelen Bahnen neben einander hinflogen, namentlich im großen Hunde, im Orion und in der Hydra, wobei dann andere Regionen unbeachtet blieben. Nicht minder groß war die überaus häufige Störung durch die Menge der größeren Phänomene, die ich überall dann Boliden oder Feuerkugeln nenne, wenn ihr Glanz größer als der des Sirius ist. Denn nicht nur flogen diese oft zu 3 bis 5 innerhalb weniger Secunden nachbarlich nebeneinander, sondern häufig erglänzten außerdem eigenthümlich langsam grüne Blitzschimmer, bald hier, bald dort, theilweise den Himmel erleuchtend, ohne daß ein Meteor direct gesehen ward, weil es (wie einige Male geschah) südlich unter dem Horizonte der See endigte, oder weil es mir im Rücken lief, oder durch die Höhen des nahen Lykabettos und durch die des fernern Hymettos verdeckt ward. Diese Blitze waren auffallend von den gewöhnlichen atmosphärischen Blitzen durch Farbe, und ihre oft bedeutende Dauer, so wie durch das nicht zuckende oder vibrirende Licht verschieden. Meteore, bedeutend heller als Venus, oder zweiten Ranges, und namentlich solche ersten Ranges, welche die ganze Landschaft stärker als der Vollmond erhellen, und auch gut am Tage gesehen werden können, waren sehr selten. Nur ein solches vom ersten Range sah ich selbst, und dies hielt den Vergleich aus mit dem großen Athener Meteor des 18. October 1863. Dagegen waren geschweifte Boliden, grüne und gelbe, von der Helle des Sirius, des Jupiter und der Venus überaus häufig, und das in seiner Art ausgezeichnete Phänomen der Nacht des 10.—11. August 1863, welches ich auf See zwischen Corfù und Ithaka beobachtete, kömmt dagegen gar nicht in Betracht.

Es genügte (um 16^h) eine Minute, um zu erkennen, daß alle Meteorbahnen, rückwärts verlängert gedacht, den bekannten Convergenzpunkt im Löwen trafen. Genaueres darüber habe ich nicht notirt, und nur beiläufig bemerkt, daß dieser Punkt etwa zwischen γ uud ε Leonis liegen mochte. Von $16-18^h$ sah ich unter Hunderten nur zwei kleine Sternschnuppen, die sicher nicht dieser

Radiation angehörten [1]). Jene Gegend bei γ Leonis war sonst durch Nichts ausgezeichnet, als nur etwa dadurch, daß in ihr selbst so gut wie gar kein Meteor erschien. Das sehr glänzende weiße Zodiacallicht, wie immer zu dieser Zeit in der Jungfrau, im Löwen, und im Krebs sichtbar, erstreckte kaum wirklich sein nördliches Randlicht bis in die Gegend von γ und ϵ Leonis.

Von $16{\cdot}0^h$ bis $16{\cdot}2^h$ erkannte ich leicht auch ohne Zählung, daß die Häufigkeit der Meteore rasch abnehme. Anfangs sah ich in einer bestimmten Region, nahe in jeder Secunde eine Sternschnuppe; dann Pausen von 10 bis 12 Secunden ohne Meteor an dieser Stelle; einige Male 5 oder 6 in einer Secunde, nicht fern von einander; wiederum in 10 Secunden 5 bis 6 Meteore, und so mannigfach wechselnd; dabei nach je 10 oder 30 Secunden eine oder zwei Boliden, oder ein farbiger Meteorblitz. Setze ich, um recht wenig zu rechnen, für gedachte Zeit 30 Sternschnuppen in der Minute, so würde für einen Beobachter, $z = 1800$ folgen.

Da ich aber nur einseitig eine besonders begünstigte Stelle betrachtete, so will ich als Näherung z nur $= 1000$ setzen, darunter 80 oder 100 Boliden die Stunde.

Um $16{\cdot}2^h$ placirte ich meine beiden Hilfsbeobachter *A* und *B* auf der Terrasse gegen West und Nordost; ich selbst band mich an keine besondere Region, sondern trachtete darnach, obgleich ebenfalls zählend, den allgemeinen Charakter des Phänomens nach Möglichkeit aufzufassen. Die Meteore wurden offenbar seltener, und mit der Zählung ging es leichter; doch opferte ich einige Minuten, um mit dem Kometensucher die wunderbaren Schweifbildungen einiger prachtvollen Boliden näher anzusehen. Ich zeichnete diesmal jedoch Nichts, um nicht Zeit zu verlieren, da mir ohnehin seit Jahren diese Phänomene sehr bekannt geworden sind.

Um $16^h\ 18^m$ erloschen momentan fast alle Sterne in dem strahlend grünen Lichte eines mächtigen Meteores ersten Ranges, und es erglühte die Stadt nebst der ganzen Landschaft wie im Lichte des bengalischen Feuers. Der blendende gekrümmte Schweif ward schon in den ersten Secunden an dem achtmal vergrößernden Kometensucher

---

[1]) Der Beobachter *A* fand unter 397 Meteoren nur eine Sternschnuppe, die nicht mit der Richtung der übrigen übereinstimmte.

betrachtet. Er zeigte die gewöhnlichen Erscheinungen in seiner bedeutenden Ausdehnung an mehr als 10° Länge und nahe 1/4° Breite. Nach 5 Minuten löste er sich auf in leuchtend rothgelbes Gewölk, vielfach getrennt und durchbrochen an dem finstern sternbedeckten Grunde des Himmels; er hatte eine zeitlang Ähnlichkeit mit den gekräuselten und gedrängten Dampfmassen an der Mündung des eben abgefeuerten Geschützes. Für das freie Auge lag zwischen den beiden Bären der Schweif in Gestalt einer grossen röthlich vom Monde beleuchteten Cumuluswolke. So blieb er, langsam an Licht abnehmend, mindestens 51 Minuten dem unbewaffneten Auge sichtbar, bis die Morgendämmerung ihn erlöschen ließ. Manche andere Meteorschweife bleiben 5 bis 15 Minuten sichtbar (ohne Fernrohr), und ich sah verschiedene derselben gleichzeitig am Himmel stehen, deren zugehörige Meteore ich (und so schon 1863) gar nicht bemerkt hatte. — Als in der Dämmerung die Sterne vierter Grösse erloschen, waren die größeren Meteore noch häufig; ebenso erkannte ich einzelne noch, als Sirius schon verschwunden war. Zwei größere bemerkte *B* gleich nach dem Aufgange der Sonne, und ein sehr grosses, *A* noch viel später, als ich wegen des blendenden Sonnenlichtes in der Atmosphäre meine Beobachtung längst geschlossen hatte.

Am Morgen des 14. November sprach die ganze Stadt von dem Phänomen der vergangenen Nacht. Viele Personen, namentlich aus der arbeitenden Classe, hatten die Menge fallender Sterne und großer Leuchtkugeln gesehen; es war vorgekommen, daß Feldarbeiter auf ihrem Wege noch vor Tage wieder nach Hause zurückkehrten, erschreckt durch das nie gesehene Feuer am Himmel. So konnte es denn nicht fehlen, daß Wundererzählungen und Prophezeihungen wie einst im Mittelalter Europa's kund wurden, und wie solche auch jetzt noch nicht überall vergessen sein mögen.

Nachdem ich so in großen Umrissen den allgemeinen Charakter der Erscheinung dargestellt habe, werde ich die wirklichen Beobachtungen mittheilen, und daraus jenes Resultat entwickeln, welches ich für wahrscheinlich und zuverläßig halte. Man soll in Zukunft nicht darüber streiten können, ob zu Athen in dieser Nacht 10.000 oder 100.000 Meteore sichtbar waren.

Es bedeutet z die stündliche Anzahl der Meteore für den Gesichtskreis e i n e s Beobachters.

Nacht des 13.—14. November 1866.

Von	$6 \cdot 0^h$ — $7 \cdot 0^h$	$z =$ 6	Beobachter	$= C$	— Mondschein.
„	9·0 —10·0	$z =$ 6	„	$= A$	zur Hälfte Mondschein.
„	10·0 —11·0	$z =$ 10	„	$= B$	
„	11·5 —12·0	16	„	$= C$	nur $^1/_2$ Stunde beobachtet.
„	12·0 —13·0	$z =$ 80	„	$= C$	
„	13·0 —14·0	$z =$ 588	„	$= C$	
„	16·2 —17·2	$z =$ 331	„	$= S$	
„	16·3 —17·3	$z =$ 321	„	$= B$	
„	16·3 —17·3	$z =$ 359	„	$= A$	
„	16·5 —17·5	$z =$ 145	„	$= C$	
„	17·2 —17·6	$=$ 41	„	$= S$	nur 24 M. beobachtet, weil die Dämmerung schon zu hell wurde.
„	17·2 —17·6	$=$ 35	„	$= B$	
„	17·2 —17·6	$=$ 38	„	$= A$	

Was nun die Angaben des Beobachters *C* betrifft, so fand dieser alsbald, daß sich bei so zahlreichen Meteoren nicht auf gewöhnliche Art zählen ließ, ohne zu irren. Er legte daher bei jedem zehnten Meteore einen Stein bei Seite, und hatte am Ende der Stunde 13 bis 14 Uhr auf diese Weise 58 Steine; überdies noch 8 Meteore darüber gezählt, zusammen 588. Unaufgefordert sagte mir *C*, daß er die lichtschwachen Sternschnuppen wie gewöhnlich, nicht bemerkt, und diesmal, wegen der Menge glänzender Meteore überhaupt gar nicht beachtet habe; er fügte hinzu, daß er von den helleren mindestens 100 habe übersehen müssen. Rechne ich, einer bloßen Näherung wegen, daß er die Hälfte der Meteore, nämlich die schwachen, nicht bemerkte, so hätte er zufolge seiner Aussage $z = (588 + 294 + 100) = 882$ finden müssen. Die Reduction für *C* war in dieser Nacht, $Z = 0 \cdot 41\, S$, also hätte *C* für $z = \left(\frac{588}{0 \cdot 41}\right) = 1434$ finden können. Ich werde aber, um jede Übertreibung zu vermeiden, den m i t t l e r e n Werth der Reduction $= 0 \cdot 6\, S$ für *C* annehmen, und finde dann dessen corrigirte Beobachtungen, wobei die erste noch bei Mondlicht angestellte unverändert bleibt, wie folgt:

Von 11·5ʰ bis 12·0ʰ = 27 nur ½ Stunde beobachtet.
„ 12·0 „ 13·0 z = 133 eine volle Stunde beobachtet.
„ 13·0 „ 14·0 z = 980 „ „ „ „
„ 16·5 „ 17·5 z = 241 „ „ „ „

Wird in einem Gradnetz der Werth von z als Ordinate, die Zeit als Abscisse betrachtet, so findet man für die Variation der Häufigkeit der Meteore eine regelmäßige Curve, welche das Maximum der Erscheinung ansetzt auf:

1866 Nov. 13. 14^h 15^m mittlere Zeit zu Athen.

Dieselbe Curve ergibt dann von Stunde zu Stunde, z für den Gesichtskreis eines Beobachters folgendermaßen:

Nov. 13.	6·0ʰ — 7·0ʰ z =	6	schwacher Mondschein.
	7·0 — 8·0 =	6	„ „
	8·0 — 9·0 =	6	„ „
	9·0 —10·0 =	6	anfangs noch etwas Mondschein
	10.0 —11·0 =	7	von hier an kein Mondschein.
	11·0 —12·0 =	50	
	12·0 —13·0 =	133	
	13·0 —14·0 =	980	
	14·0 —15·0 =	1055	hier fehlen directe Beob.
	15·0 —16·0 =	785	hier fehlen directe Beob.
	16·0 —17·0 =	405	
	17·0 —18·0 =	125	
in 12 Stunden Summe	=	3534	Meteore.

Unter der Annahme der obengedachten Reduction für C bin ich sicher, daß die Werthe der Curve sich wohl dem muthmaßlichen Minimum, keineswegs aber dem Maximum der Häufigkeit nähern. Demnach fielen also in 12 Stunden für den Gesichtskreis eines Beobachters 3534 Meteore, oder, da die erste Hälfte der Nacht wenig in Betracht kommt, in der zweiten Hälfte derselben 3453. Nimmt man an, daß ein geübter Beobachter ⅓ aller Meteore sehen kann (freilich nicht in dieser Nacht), so wäre die Gesammtsumme der 12 Stunden = 10602, dann allein in der zweiten Hälfte der der Nacht 10359, gerechnet für den Horizont von Athen. Will man wissen, was ich von der möglichen Maximalzahl halte, so wage ich

nicht, diese für den Athener Horizont höher als 15000 bis 16000 zu schätzen, wobei dann z im Maximum etwa = 2000 gewesen wäre, nicht sehr verschieden von dem Werthe, den ich oben hypothetisch schon für die Stunde 15—16^h angegeben hatte.

Übersicht der Meteorfälle in den Nächten des 12. und 13. November seit dem Jahre 1799.

Es fehlt bis jetzt vielleicht noch eine derartige Übersicht, die bei genügender Vollständigkeit zu verstehen geben würde, daß unsere Vorstellungen von den Novemberphänomenen noch gewisser Berichtigungen bedürfen. Ich gebe versuchsweise das Folgende, in der Hoffnung, daß Andere dies Verzeichniß verbessern und erweitern werden. Einzelne Feuermeteore mögen erwähnt werden, wenn sie auch wenig charakteristisch sind, und zu jeder beliebigen Zeit erscheinen können. Wegen der Beobachtungen in Znaim in Mähren und zu Rastenburg in Ost-Preußen sei bemerkt, daß in diesen Orten auf meine Veranlassung von den Herren A. v. Berciewicz und Billerbeck der Werth z mit Genauigkeit bestimmt ward. Der Kürze wegen unterlasse ich jetzt, die Quellen anzuführen; ich werde in späterer Zeit ohnehin auf diesen Gegenstand ausführlich zurückkommen müssen.

Nacht vom 12. zum 13. November.

1799. Cumana. Großer von Humboldt und Bonpland gesehener Meteorstrom in den Stunden nach Mitternacht.

1803. London. Ein Feuermeteor.

1818. ? Angeblich zahlreiche Sternschnuppen.

1820. Rußland. Detonirende Feuerkugel.

1822. Potsdam. Viele Sternschnuppen und einige Boliden, von Klöden beobachtet.

1823. ? Beträchtlicher Fall von Sternschnuppen.

1831. Spanische Küste. Um 16^h ansehnlicher Sternschnuppenfall, z = 67, beobachtet vom Capitän Bérard; auch sonst in Europa und in Nordamerika. Um 18^h zu Ulm, Bolide und viele Sternschnuppen.

1832. Arabien. Capitän Hammond sah von 12—18^h Uhr viele Sternschnuppen. Desgl. zu Odessa und Calvados.

1832. Orenburg. Grosses Feuermeteor.

„ **Düsseldorf.** Von 16 bis 19 Uhr sah Custodis 267 Meteore $z = 89$. Zu Mauritius (südl. Hemisphere), sah Robert sehr viele Sternschnuppen und eine Bolide; gegen 16 Uhr. — Meteore häufig zu Brüssel.

1833. Nordamerika. Der bekannte große Meteorfall nach Mitternacht, beschrieben von Olmsted; z gegen 1000.

1836. Nordamerika. z wird zwischen 20 und 50 gefunden. Nach Herrick in Newhaven waren die Meteore zahlreich. Am Cap der guten Hoffnung sah J. Herschel von 14 bis 15 Uhr $z = 10$.

„ **Frankreich.** Meteore selten; z nur etwa 20.

„ **Gummersbach.** Dr. Schnabel und Gehilfen sahen von 12—17 Uhr stündlich zuletzt 74 Meteore; z bleibt unbestimmt. Zu Breslau fand Boguslawsky von 15 bis 16 Uhr, $z = 48$.

1837. Nordamerika. Es war Vollmondschein. z dennoch $= 44$. Die meisten Meteore aus Leo. In Deutschland und Italien sah man nur wenig Meteore.

1838. Bossekop. Im nördlichen Skandinavien, Meteore selten $z = 7$. London. Nach Nord waren die Meteore nach 12^h so häufig, dass $z = 400$ oder 500. Aber J. Herschel sah deren nur wenige, wie auch Biot. In Bremen und Königsberg nach 14^h, z gegen 40, aber nur wenige aus Leo kommend.

1839. Deutschland. Viele Beobachtungen bezeigen, daß z größer als gewöhnlich war. Heis in Aachen fand von 11 bis 12 Uhr $z = 35$.

1841. Brüssel. Meteore selten. Auf St. Helena war das Maximum von $z = 29$.

1842. Nordamerika. Bei ungünstiger Luft fand Herrick nebst einem Gehilfen nach 15 Uhr, 46 Meteore; z vielleicht $= 23$.

1843. Altona. Bei starkem Mondschein fand ich 12 bis 13 Uhr $z = 12$. Mittags Steinfall zu Werchne Tschirskaja Stanitza.

1845. Eutin in Holstein. Bis 13 Uhr klar bei Vollmond; ich sah nur eine schöne Bolide.

1846. Bonn. Bei starkem Mondschein fand ich die Meteore höchst selten. Heis in Aachen sah 7 bis 20 und mehr.

1847. Hindostan. Zahlreiche Sternschnuppen.

1848. Bonn. Klare Luft und Vollmondschein; ich fand die Meteore äußerst selten, ebenso Coulvier Gravier zu Paris. In Aachen sah Heis mit seinen Schülern stündlich bis 26, doch bleibt z unbestimmt.

1849. Bonn. Bis 13 Uhr sehr klar. Ich fand $z = 30$ im Maximum; alle schwach, und sehr wenige aus Leo.

1850, 1851, 1852, 1853 benützte ich zu Bonn und Olmütz die wenigen günstigen Momente, aber nur um zu erkennen, daß die Meteore selten waren.

1854. Münster. Heis setzt $z = 4$.

1855. Olmütz. Ich fand vor 12 Uhr nicht über 14. In Znaim $z = 16$, noch vor 11 Uhr.

1856. Tremsano bei Brescia. Meteorsteinfall. Nachts fuhr ich von Dresden nach Prag. Bei Mondschein war der Himmel meist sehr bedeckt; keine Spur eines größeren Meteores.

1857. Neutra. Eine Feuerkugel.

1858. Wien. Ich fand die Meteore selten. Nach 9^h Bolide zu Oxford, gegen 15 Uhr solche zu Merheim bei Köln.

1859. Gastein. Feuerkugel. Zu Athen hinderte trübe Luft die Beobachtung.

1860, 1861, 1862. Athen. Meist trübe Luft; ich fand gelegentlich, daß die Meteore selten waren.

1861. Paris. Coulvier Gravier setzt um 17 Uhr $z = 14$. Um 11 Uhr Feuerkugel zu Zürich. In Newhaven fand Herrick vor 16 bis 17 Uhr $z = 15$, davon die meisten aus Leo.

1863. Athen. Bis 8 Uhr fand ich die Meteore selten, z etwa $= 8$; von 16 bis 18 Uhr z im Mittel $= 16$; sehr wenige aus Leo kommend. In Münster sah Heis z bis zu 23.

1865. London. Glaisher fand von 12 Uhr bis 18 Uhr z im Mittel 250. Ich sah bis jetzt noch keinen genauen Bericht darüber. Athen. Meist sehr trübe Luft; bis 10 Uhr war z nicht über 14, darunter zwei Boliden. Von 15 bis 16 Uhr fand ich z (zwischen sehr vielem Gewölk) $= 8^{\circ}$ wenigstens, davon sehr viele aus Leo.

1866. Athen. Bis 13 Uhr meist trübe. Seit 15 Uhr sehr klar, aber z fand ich nicht über 14.

Nacht vom 13. bis 14. November.

1818. Gosport in England. Feuerkugel und Sternschnuppen.

1819. Port au Prince. Feuerkugel.

1822. Potsdam (Simonod) Dep. de l'Ain. Klöden sah um 6^h eine Bolide, und später viele Sternschnuppen.

1824. Mainz. Feuerkugel.

1829. Prag. Ein Feuermeteor um 10 Uhr.

1832. Brüssel. Viele Sternschnuppen von Quetelet gesehen.

1835. Bellay (Simonod) Dep. de l'Ain. Um 9^h detonirender Meteorsteinfall. Zu Newhaven viele Sternschnuppen und eine Feuerkugel.

1836. Wesel. Feuerkugel. Am Cap fand J. Herschel die Sternschnuppen sehr selten.

1837. Turin. Zwei Beobachter sahen 15 bis 16 Uhr 39 Meteore; z vielleicht = 19. In Belgien und in Nordamerika waren die Sternschnuppen häufig, ungeachtet des Mondscheines; in Wien selten; im Ganzen kamen wenige aus Leo.

1838. Bremen, Wien. Meteore sehr zahlreich. Von 16 bis 17 Uhr z angeblich = 381, doch kann ich nicht entscheiden, ob ein Beobachter, oder eine Gesellschaft solcher verstanden werden soll. Zu Königsberg z = 100. Das vollständigste darüber von Littrow zu Wien. Es wurden in sechs Stunden gegen 1000 Meteore gesehen. Meine Materialien gestatten keinen Schluß über z. Parker in China fand 60 bis 70 Meteore die Stunde. In Braunsberg, Breslau und Posen scheint z nicht über 20 gewesen zu sein.

1841. Asturien. Nach Mitternacht z = 16.

1846. Bonn. Zwischen 6 und 10 Uhr fand ich z nicht über 20. Heis in Aachen sah mehr, oder es ist die Summe der von ihm und seinen Schülern gesehenen Meteore gemeint.

1848. Brügge. Dr. Forster sah von 10 bis 12 Uhr sehr viele schwache Meteore, die nicht aus Leo kamen.

1849. Bonn. Bis 12 Uhr fand ich z nicht über 12, ähnlich Beobachter zu Köln und Düren, in Norddeutschland großes Meteor; in Italien Meteorsteinfall.

1850. Breslau. Von 13 bis 14 Uhr z = 8.

1851. Paris. Coulvier Gravier sah eine Feuerkugel.

1852. Rastenburg in Ost-Preussen. Von 6 bis 7 Uhr fand Billerbeck $z = 55$, dabei eine kleine Bolide.

1855. Znaim in Mähren. A. v. Berciewicz sah von 9 bis 10 Uhr $z = 12$ nicht sehr sicher.

1857. Olmütz. Vor 12 Uhr fand ich $z = 12$; einige Meteore kamen aus dem Löwen.

1859. Borkum. Großes Meteor um 17½ Uhr.

1862. Wien. Bis 11 Uhr fand ich die Meteore selten, und z nicht über 7; eines derselben zu Leo gehörig.

1863. Athen. Nachdem bis 12 Uhr die Sternschnuppen selten gewesen waren, fand ich von 13 bis 17 Uhr eine sehr glänzende, zum Theil großartige Erscheinung der Meteore, indem $z = 52$ oder mehr, und viele ausgezeichnete Boliden gesehen wurden. Bei Weitem die Mehrzahl gehörte der Radiation des Löwen an. Zu Wolverhampton fand Alexander Herschel in denselben Morgenstunden $z = 60$; zu London sah man zwei Boliden.

1865. Norddeutschland. Es ward eine große Feuerkugel beobachtet.

1866. Athen. Bis 12^h waren die Meteore selten. Dann der große vorhin beschriebene Meteorfall, in welchem z mindestens auf 1000 kam.

Athen, 1866, Nov. 21.

Zusatz I.

Bevor obige Abhandlung beendet ward, veröffentlichte ich kurze Zuschriften an einzelne Personen ohne indessen schon genaue Zahlen geben zu können. Der allein authentische Bericht ist der vom 21. November, mitgetheilt an Herrn Hofrath Haidinger in Wien. Die anderen Publicationen sind die Folgenden:

1. Mittheilung an den Director der kais. Sternwarte zu Paris, Herrn Leverrier (im Bulletin international);

2. eine solche an Herrn W. R. Birt in London;

3. ein nahe genauer Bericht an Professor E. Heis in Münster;

4. Bericht in der Athenischen Zeitung „Aion“ „Περὶ τοῦ ἀναφαντέντος τὴν νύκτα τῆς 1. (13) πρὸς τὴν 2. (14) ἀρξαμένμου ηνὸς σμήνους ἀστέρων διαττόντων, ἐπιστολὴ Ἰουλίου Σμὶτ, διευθυντοῦ τοῦ ἐν Ἀθήναις ἀστεροσκοπείου, πρὸς τὸν καθηγητὴν κύριον Ἡρ. Μητσόπουλον. Dieser von Herrn Professor Mitzopulos übersetzte

Bericht steht in Nr. 2182 gedachten Blattes, und enthält Zusätze des Übersetzers, die auf das hiesige Publicum berechnet sind.

5. Ein kurzer Bericht in den Astronomischen Nachrichten.

Zusatz II.

Die erste auswärtige Nachricht erhielt ich Nov. 23. aus Constantinopel von Herrn Aristides Koumbary. Es ist derselbe, der vor längerer Zeit in einem Flecken vor der Sonne einen vorüberziehenden Planeten vermuthete und deßhalb an Leverrier schrieb. Im Sommer wandte sich Koumbary an mich durch Messoud-Bey, der mich besuchte, und bat um ein Reglement zur Beobachtung der Sternschnuppen. Solches schickte ich ihm, und ihm gemäß hat er zu Constantinopel seit August, und dann in der nicht ganz heiteren Nacht des 13.—14. November beobachtet. Er fand von $14\frac{1}{2}$ bis $15\frac{1}{2}$ Uhr, $z = 2000$ nach einer Schätzung, die bei ihm besser als bei sehr vielen Anderen begründet sein wird. Meine Schätzung für 15 bis 16 Uhr führt nahe auf dieselbe Zahl.

Koumbary's Notiz findet sich in der zu Constantinopel erscheinenden Zeitung „l'étoile d'Orient" Nr. 295 (mardi 20. November).

Krystallsystem und optische Verhältnisse des ameisensauren Cadmiumoxyd-Baryt.

(Ausgeführt im physikalischen Cabinete der Wiener Universität.)

Von A. Brio.

(Mit 1 Tafel.)

Diese Verbindung wurde schon von H. A. Handl (Sitzb. XXXVII.) krystallographisch untersucht und von ihm in das rhombische System eingereiht. Allein die optische Untersuchung hat unzweifelhaft den monoklinischen Charakter dieser Substanz festgestellt. Es ist dies ein schöner Beleg für die Wichtigkeit der optischen Untersuchungen, indem die äußerst geringen Unterschiede der charakteristischen Winkel auf andere Weise kaum von den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zu unterscheiden gewesen wären. Da überdies Herrn Handl nach seiner Aussage nur unvollkommene Krystalle zu Gebote standen, so war es für ihm unmöglich durch bloße Messungen das richtige Krystallsystem zu finden.

Ich verdanke die grossen und prächtigen Krystalle, welche ich untersuchte der Güte des Herrn Bergrathes K. R. v. Hauer, welcher auch eine neue Analyse dieser interessanten Verbindung ausführte. Derselbe fand:

32·89 % BaO
28·16 % CdO

entsprechend

		Äquivalente
49·22	C_2HBaO_4	0·43 — 2
44·88	C_2HCdO_4	0·44 — 2
5·90	HO	0·65 — 3
100·00		

Das Resultat der Analyse stimmt daher sehr gut mit der Formel:

$$2(C_2HBaO_4) + 2(C_2HCdO_4) + 3HO$$

Ich gehe nun zu den Resultaten der krystallographischen und optischen Untersuchung über.

Krystallsystem: monoklinisch.

$$a:b:c = 0\cdot8983 : 1 : 0\cdot5400$$
$$ac = 90° \; 28'$$

Beobachtete Formen: (010), (110), (120), (130), (101), ($\bar{1}$01), (011), (111), ($\bar{1}$11), Fig. 1.

Winkel	Berechnet	Beobachtet	Handl
101·$\bar{1}$01	62° 29′	62° 0′	61° 30′
110·010	48 4	48 4	
120·010	29 6	29 20	
130·010	20 54	21 0	
110·1$\bar{1}$0	83 51	83 48	84 10
011·010	61 38	61 26	
011·0$\bar{1}$1	56 44	56 44	
110·011	71 10	71 10	
$\bar{1}$10·011	71 49		
110·101	67 4	67 19	
110·10$\bar{1}$	67 32		
011·101	41 7	40 56	
011·$\bar{1}$01	41 18		
111·010	65 18		
$\bar{1}$11·010	65 55		
111·101	24 42	25 9	
$\bar{1}$11·$\bar{1}$01	24 5		
111·110	50 43	50 40	
$\bar{1}$11·$\bar{1}$10	51 34		
111·011	28 0	27 35	
$\bar{1}$11·011	28 11		
111·$\bar{1}$1$\bar{1}$	100 26		
111·$\bar{1}$11	56 10		
111·11$\bar{1}$	102 17		

Die Messungen der Winkel wurden mittelst eines Goniometers ausgeführt, das mit zwei Fernröhren versehen ist.

Die Krystalle sind prismatisch nach der Zone der Flächen (110), (120), (130), (010), dabei wiederholen sich diese Flächen häufig,

so daß sie bisweilen ganz in Streifung übergehen. Fig. 2 gibt eine Projection senkrecht zu dieser Zone.

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar parallel der Fläche (010). Ein solches Spaltungsstück im Polarisationsapparate untersucht, zeigt, daß die Ebene der optischen Axen senkrecht ist zur Symmetrieebene und daß die zu (010) senkrechte Mittellinie wahrscheinlich die zweite ist. — Mit Hilfe der compensirenden Quarzplatte erwies sich der Charakter dieser Mittellinie als negativ. Eine zur vermutheten ersten Mittellinie und daher auch zur Symmetrieebene senkrecht geschnittene Platte zeigt wirklich beide optische Axen, positiven Charakter und eine deutliche horizontale Dispersion.

Um die Lage der optischen Elasticitätsaxen in der Symmetrieebene festzustellen, wurde ein Spaltungsstück bei sehr schwacher Vergrößerung mit Hilfe eines Mikroskopes untersucht, dessen Objecttisch drehbar und mit einer Gradtheilung versehen ist. Unterhalb des Tisches befindet sich ein Nicol'sches Prisma, im Brennpunkte des Oculars aber eine Turmalinplatte. Auf diese Weise fand ich nach der bekannten Methode des Umlegens der Krystallplatte, für die Winkel, welche die Richtung der ersten Mittellinie c mit den folgenden Kanten bildet:

	Beobachtet	Berechnet
c . (100) (010) =	46° 23′	—
c . ($\bar{1}$01) (010) =	73° 30′	73° 31′
c . (011) (010) =	43° 0′	43° 9′

Die erste Mittellinie liegt somit im spitzen Winkel der Axen *a* und *c*, wobei

$$ac = 136° \, 51', \quad cc = 46° \, 23'$$

Für die Winkel mit den Flächennormalen hat man aber

c . 100 = 136° 33′
c . 101 = 78° 8′
c . 001 = 47° 1′
c . $\bar{1}$01 = 15° 39′

Für den positiven scheinbaren Winkel der optischen Axen erhielt ich beim Austritte in Luft:

Rothes Glas . . . . 115° 27′
Natriumflamme . . . . . 117° 0′

beim Austritte in Wasser:

R. Gl.	79° 16′
Na. Fl.	79° 25′

Der negative Winkel der optischen Axen konnte nur in Wasser gemessen werden; ich fand

R. Gl.	144° 4′
Na. Fl.	145° 15′

Aus den beiden in Wasser angestellten Beobachtungen läßt sich aber der wirkliche Winkel der optischen Axen *AB*, und der mittlere Brechungsquotient dieser Substanz (β) berechnen.

Es ist:

	AB	β
R. Gl. . . .	66° 51′	1·5182
Na. Fl. . . .	67° 36′	1·5325

Fig. 1.

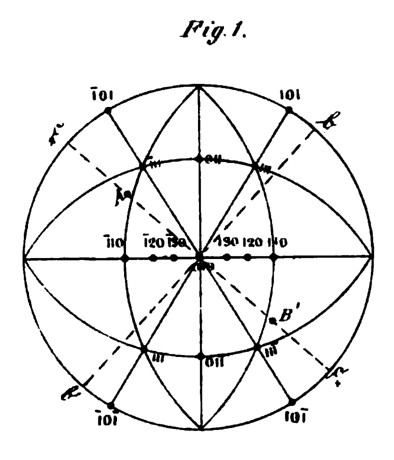
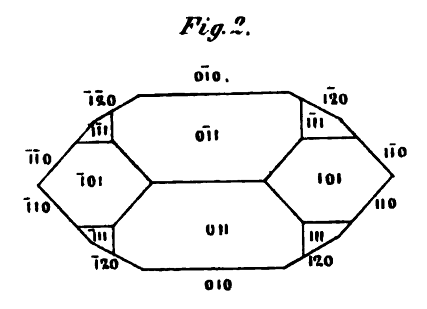
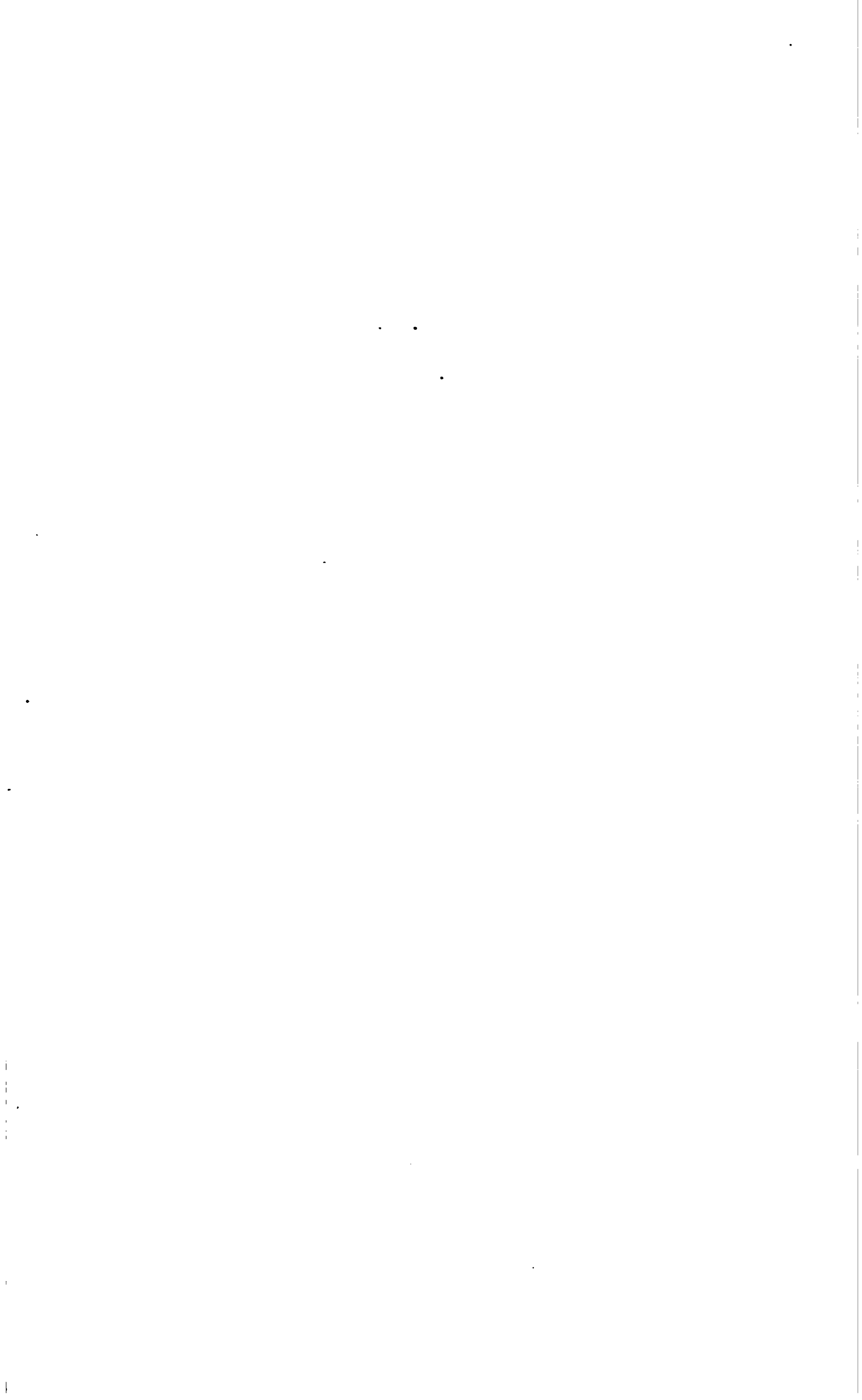


Fig. 2.



Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.



XXVIII. SITZUNG VOM 13. DECEMBER 1866.

Das h. k. k. Ministerium des Äußern übermittelt, mit Zuschrift vom 9. December l. J. einen Bericht des Herrn Dr. Ballarini, k. k. Vice-Consuls zu Durazzo in Albanien, über daselbst im Monate November wahrgenommene Erdstöße und beobachtete Sternschnuppenfälle.

Herr Prof. Dr. J. N. Woldřich zu Salzburg dankt, mit Schreiben vom 3. December, für die ihm zur Herausgabe seiner „Klimatographie des salzburgischen Alpenlandes" bewilligte Subvention von 150 fl. und erklärt sich mit den gestellten Bedingungen einverstanden.

Herr Dr. Leop. J. Fitzinger in Pest übersendet eine Abhandlung: „Systematische Übersicht der Säugethiere Nordost-Afrika's mit Einschluß der arabischen Küste, des rothen Meeres, der Somàli- und der Nilquellen-Länder, südwärts bis zum 4. Grade nördlicher Breite." Von Dr. Theodor v. Heuglin. Nach brieflichen Mittheilungen und den Original-Exemplaren des Herrn Verfassers ergänzt und mit Zusätzen versehen von dem Herrn Einsender.

Herr Prof. Dr. R. Kner überreicht eine Abhandlung: „Betrachtungen über die Ganoiden als natürliche Ordnung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Astronomische Nachrichten. Nr. 1619. Altona, 1866; 4°.

Clausius, R., Die Potentialfunction und das Potential. (2. Auflage.) Leipzig, 1867; gr. 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIII, Nr. 22. Paris, 1866; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVe Année, 4e Volume, 23e Livraison. Paris, 1866; 8°.

Cotta, Bernhard von, Über das Entwickelungsgesetz der Erde. Leipzig, 1867; 8°.

De la Rue, Warren, Balfour Steward and Benjamin Loewy, Recherches on Solar Physics. 2[d] Series. Area-Measurements of the Sun-Spots. London, 1866; 4°.

Dobson, E., Report to the Secretary for public Works upon the Practicability of constructing a Bridle Road through the George of the Otira, and upon the Character of the Passes through the dividing Range of the Canterbury Province, Christchurch, 1865; Folio.

Doyne, W. T., Second Report upon the River Waimakariri and the Lower Plains of Canterbury, New Zealand. Christchurch, 1865; Folio.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVII. Jahrg. Nr. 50. Wien, 1866; 8°.

Haast, Julius, Lecture on the West Coast of Canterbury. — Report on the Geological Exploration of the West Coast. — Report on the Headwaters of the River Waitaki. — Report on the Geological Formation of the Timaru District, in Reference to obtaining a Supply of Water. Christchurch, 1865; Folio.

Holmes, R. L., Results of Meteorological Observations, taken at Christchurch, Canterbury, New Zealand for the Year ending 31[st] December, 1865. Folio.

Isis: Sitzungsberichte. Jahrg. 1866. Nr. 7—9. Dresden; 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVI. Jahrg. Nr. 35. Wien, 1866; 4°.

Leseverein, Akademischer, in Prag: Bericht für 1865—66. Prag, 1866; 8°.

Lotos. XVI. Jahrgang. Juni—November 1866. Prag; 8°.

Mittheilungen des k. k. Genie-Comité: Jahrgang 1866. 3. & 4. Heft. Wien; 8°.

— des k. k. Artillerie-Comité. Jahrgang 1866. 6. Heft. Wien; 8°.

Moniteur scientifique. 239[e] Livraison. Tome VIII[e], Année 1866. Paris; 4°.

Reader. Nr. 206, Vol. VII. London, 1866; Folio.

Scarpellini, Caterina, Biografia dell' astronomo Don Ignazio Calandrelli. Roma, 1866; 8°.

Vogel, August, *jun.*, Die Aufnahme der Kieselerde durch Vegetabilien. Von der k. Akademie der Wissensch. in Berlin gekrönte Preisschrift. (Im Auszuge.) München, 1866; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVI. Jahrg. Nr. 98—99. Wien, 1866; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. Nr. 29. Graz, 1866; 4°.

Berechnung der Sonnenfinsternisse des Jahres 1867.

Von **Dr. Edmund Weiß,**
Adjunct der k. k. Sternwarte.

(Mit 2 Karten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. November 1866.)

Die mannigfaltigen Erscheinungen, die sich bei totalen und ringförmigen Sonnenfinsternissen zeigen, und die Wichtigkeit derselben für die Erkenntniß des Baues unseres Centralkörpers, machen eine genaue Vorausberechnung einer solchen Finsterniß schon eine längere Zeit vor ihrem Eintritte wünschenswerth, um darnach noch rechtzeitig die geeigneten Dispositionen zur möglichst erfolgreichen Beobachtung derselben treffen zu können. Aus diesem Grunde habe ich mir die Aufgabe gestellt, die Finsternisse der nächsten Jahre vorläufig bis 1870 einer genaueren Discussion zu unterwerfen, und theile nun als ersten Theil dieser Arbeit die Resultate der Untersuchung der beiden Finsternisse des Jahres 1867 mit.

Die Berechnungen habe ich im Wesentlichen nach der trefflichen Methode geführt, die Hansen in seiner „Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen" auseinandergesetzt hat, habe mich jedoch bei jenen Finsternissen, die in Mitteleuropa nicht zu den bedeutenderen gehören, darauf beschränkt, den Verlauf des Vollschattens auf der Erdoberfläche zu ermitteln, da die übrigen Grenzcurven mit einer für alle practischen Zwecke hinreichenden Genauigkeit in den astronomischen Ephemeriden gegeben werden. Die Grundlagen der Rechnung, nämlich die Ephemeriden von Sonne und Mond, interpolirte ich aus dem Nautical Almanac und berechnete damit die nöthigen Hilfsgrößen, bei denen ich Hansen's Bezeichnungen beibehalte, so genau als es für etwaige Längenbestimmungen durch diese Finsternisse erforderlich ist. Ebenso habe ich auch die übrigen Hilfsgrößen, welche zur Erleichterung der Berechnung einzelner Curvenpunkte eingeführt werden, für den Anfang und das Ende der Finsterniß gesucht, um ihre Veränderungen während derselben

berücksichtigen zu können. Als Werth für die Abplattung der Erde (c) und für die Refraction im Horizonte (r) nahm ich an

$$c = \frac{1}{300} \quad r = 35' = 0\cdot01018.$$

Ferner setzte ich

Halbmesser des Mondes: $s = 0\cdot272957$ Erdhalbmesser (nach Hansen).
Mittl. Äquator. Horizont. Par. ☉: 8"94 (als Mittel der neueren Bestimmungen).
Mittl. Halbmesser der ☉: 961"82 (nach 12jähr. Beob. zu Greenwich).

Damit wird allgemein, wenn i die Größe der Verfinsterung in Zollen ausgedrückt bedeutet

$$K = 0\cdot000011831 + 0\cdot004663018\left(1 - \frac{i}{6}\right),$$

also specieller:

für äußere Ränderberührungen $lK = 7\cdot6697676$
„ innere „ $lK = _n7\cdot6675638$.

Auf der Centrallinie habe ich außer der wahren Ortszeit t und Greenwicher Zeit T, zu welcher an einem bestimmten Punkte (dessen geographische Breite φ und westliche Länge von Greenwich λ ist) die centrale Verfinsterung stattfindet, noch die Dauer der Totalität oder Ringförmigkeit; die Höhe des Sonnencentrums während derselben; den Winkel, den die Richtung der Bewegung der Schattenachse mit dem Meridiane des betreffenden Erdortes einschließt, und endlich je nach den Umständen den Überschuß des Mondhalbmessers über den der Sonne oder die Ringbreite hinzugefügt, weil auch die Kenntniß dieser Momente mir für den Beobachter Werth zu haben scheint. Die Entwicklung der Formeln, nach denen die beiden letzterwähnten Angaben gerechnet sind, behalte ich mir vor mit einer Reihe anderer theoretischer Untersuchungen in einer folgenden Abhandlung zu liefern.

I. Sonnenfinsterniss März 5. und 6. 1867.

Mondephemeride.

1867	☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
März 5·80 m. Z. Greenw.	344° 2' 8"3	+0°51'40"4	0°57'14"0
„ 5·85	344 41 56·7	0 48 2·5	57 15·7
„ 5·90	345 21 47·6	0 44 24·0	57 17·5
„ 5·95	346 1 40·9	0 40 44·9	57 19·3
„ 6·00	346 41 36·5	+0 37 5·3	57 21·0

Sonnenephemeride.

1867	Länge der ☉	sch. AR. der ☉	sch. Decl. der ☉
März 5·80 m. Z. Greenw.	345°16'50"0	346°26'59"8	—5°48'15"2
„ 5·85	19 50·2	29 46·7	47 5·6
„ 5·90	22 50·3	32 33·7	45 55·9
„ 5·95	25 50·4	35 20·6	44 46·2
„ 6·00	28 50·5	38 7·5	43 36·4

1867	mittl. AR. d. ☉	Zeitgleich.	log. Rad. vect.
März 5·80 m. Z. Greenw.	343°33'12"3	—2°53'47"5	9·9967691
„ 5·90	39 7·2	53 26·5	9·9967805
„ 6·00	45 2·0	53 5·5	9·9967919

und für März 5·90 m. Z. Greenw.

Sonnenbreite +0"10
Sonnenparallaxe 9·01
Schiefe der Ekliptik 23°27'14"86.

1867	P	Q	ln	N
März 5·80	—1·308338	+0·905205	9·732530	95°40'31"0
„ 5·85	—0·663420	+0·841170	9·732606	40 48·9
„ 5·90	—0·018287	+0·777002	9·732637	41 7·2
„ 5·95	+0·626887	+0·712723	9·732640	41 22·7
„ 5·60	+1·272035	+0·648385	9·732633	41 32·3

1867	h_0	N'	γ	μ
März 5·80	+22°45'50"4	72°54'39"2	+0·771385	—36·2517
„ 5·85	46 7·1	54 40·9	0·771376	—36·2503
„ 5·90	46 24·0	54 42·9	9·771368	—36·2485
„ 5·95	46 40·8	54 42·9	0·771362	—36·2469
„ 6·00	46 57·5	54 36·1	0·771358	—36·2459

1867	für äußere Berührungen		für innere Berührungen	
	log sin f	u'	log sin f	u'
März 5·80	7·674140	+0·556508	$_n$7·671936	—0·009159
„ 5·85		+0·556417		—0·009069
„ 5·90	7·674127	+0·556286	$_n$7·671923	—0·008938
„ 5·95		+0·556123		—0·008776
„ 6·00	7·674115	+0·555935	$_n$7·671911	—0·008588

1867	$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
März 5·80	—14"05	+2"87	+1"42
„ 5·90	— 2·84	+6·31	+0·29
„ 6·00	+ 8·39	+9·74	—0·84

1. Äussere Berührungspunkte des Vollschattens.

Anfang	Ende
der ringförmigen Finsterniß	
$W = 129°59'$	$W = 50°\ 8'$
$\psi = 50\ 6$	$\psi = 129\ 48$
$\lambda = 326\ 58$	$\lambda = 96\ 57$
$\varphi = +32\ 55$	$\varphi = +66\ 49$
$t = 18^h11^m0$	$t = 5^h14^m5$
$T = 20\ 23{\cdot}1$	$T = 22\ 46{\cdot}7$

Dauer der ringförmigen Finsterniß 2^h23^m6.

2. Zone der Ringförmigkeit.

Die Werthe der Hilfsgrößen, die bei der Berechnung der einzelnen Curvenpunkte angewendet wurden, sind:

	März 5·80	März 6·00
$\log d$	9·99857	9·99856
$\log e$	9·99869	9·99869
$\log e'$	9·99988	9·99988
D	$-5°49'5$	$-5°44'9$
ν	$-3{\cdot}2$	$-3{\cdot}2$
ν'	$+3{\cdot}2$	$+3{\cdot}2$
$\log \sin k$	9·98060	9·98059
$K+\Delta\alpha'$	91°46'6	91°45'6
$l\beta$	0·90801	0·90798

Zone	März 5·85			März 5·90		
	$\log \sin g$	$G+\Delta\alpha'$	$\log \alpha$	$\log \sin g$	$G+\Delta\alpha'$	$\log \alpha$
R_n	9·49238	−18°58'7	9·97650	9·49210	−18 51·9	9·97653
Centrallinie	9·49030	−18 9·5	9·97672	9·49003	−18 2·7	9·97675
R_s	9·48830	−17 19·9	9·97694	9·48804	−17 13·1	9·97696

R_n und R_s sind die Constanten für die nördliche und südliche Grenzcurve der Ringförmigkeit. Bei der Berechnung der einzelnen Curvenpunkte bin ich in Intervallen von 40 Minuten wahrer Ortszeit fortgeschritten, habe jedoch innerhalb des Bereiches von Europa diese Intervalle durch Interpolation bis auf 10 Minuten verkleinert, um bequem entscheiden zu können, ob ein gegebener Ort die Verfinsterung ringförmig erblickt oder nicht.

A. Nördliche Grenzcurve der Ringförmigkeit.

t	T	ψ	λ	φ
März 5 18ʰ 14ᵐ0	306°26'	271°48'	327° 4'	+34°19'
18 40	306 35	271 13	333 25	33 44
19 20	307 36	269 50	342 24	33 27
20 0	309 30	268 17	350 30	33 53
20 40	312 10	266 36	357 50	35 2
21 20	315 27	264 59	4 33	36 52
30			6 9	37 25
40			7 44	38 1
50			9 18	38 38
22 0	319 9	263 36	10 51	39 18
10			12 23	39 59
20			13 55	40 42
30			15 26	41 27
40	323 2	262 39	16 58	42 13
50			18 29	43 1
23 0			20 2	43 50
10			21 34	44 40
20	326 52	262 14	23 8	45 31
30			24 43	46 22
40			26 19	47 14
50			27 56	48 7
März 6 0 0	330 25	262 20	29 36	49 0
10			31 16	49 53
20			32 59	50 46
30			34 44	51 39
40	333 29	262 51	36 31	52 31
50			38 20	53 23
1 0			40 11	54 14
10			42 5	55 4
20	336 0	263 38	44 0	55 53
2 0	337 55	264 32	52 5	58 58
2 40	339 18	265 26	60 42	61 41
3 20	340 12	266 17	69 47	63 58
4 0	340 45	267 5	79 15	65 51
4 40	340 59	267 47	89 1	67 19
5 6·3	341 2	268 24	95 32	+68 4

B. Linie der centralen Finsterniß.

t	T	λ	φ
März 5 18h 12m6	306° 8'	327° 1'	+33°31'
18 40	306 18	333 42	32 57
19 20	307 21	342 39	32 43
20 0	309 16	350 44	33 13
20 40	311 57	358 3	+34 25
21 20	315 16	4 44	+36 16
30		6 20	36 50
40		7 55	37 25
50		9 28	38 3
22 0	318 59	11 1	38 42
10		12 33	39 24
20		14 4	40 7
30		15 35	40 52
40	322 54	17 6	41 38
50		18 37	42 26
23 0		20 9	43 14
10		21 41	44 4
20	326 45	23 15	44 55
30		24 49	45 46
40		26 25	46 38
50		28 1	47 30
März 6 0 0	330 20	29 40	48 23
10		31 21	49 15
20		33 2	50 7
30		34 46	50 59
40	333 27	36 33	51 51
50		38 21	52 42
1 0		40 11	53 33
10		42 4	54 23
20	336 1	43 59	+55 11
2 0	338 0	52 0	+58 14
2 40	339 26	60 34	60 55
3 20	340 24	69 36	63 11
4 0	340 59	79 1	65 2
4 40	341 15	88 45	66 30
5 10·4	341 18	96 18	67 20

Ortszeit	Dauer der Ringförmigkeit	Ringbreite	Höhe des ⊙ Centrums	Richtung der Bewegung der Schattenachse
18h 40	2m 5s	29"7	5°20'	92°5
19 20	2 4	27·4	13 28	89·4
20 0	2 3	25·4	21 12	86·4
20 40	2 1	23·6	28 7	83·4
21 20	2 0	22·1	33 44	80·6
22 0	1 59	21·2	37 34	78·1
22 40	1 57	20·7	39 13	75·9
23 20	1 57	20·7	38 33	74·2
0 0	1 57	21·2	35 53	72·9
0 40	1 57	22·1	31 47	72·2
1 20	1 57	23·2	26 52	72·0
2 0	1 58	24·4	21 39	72·4
2 40	1 59	25·7	16 29	73·3
3 20	2 0	27·0	11 34	74·8
4 0	2 1	28·3	6 58	76·7
4 40	2 1	29·4	2 46	79·0

Unter „Richtung der Bewegung der Schattenachse" ist der Winkel gemeint, den die Richtung der Bewegung der Schattenachse mit dem Meridiane des betreffenden Ortes einschließt, von Nord über West gezählt.

C. Südliche Grenzcurve der Ringförmigkeit.

t	T	ψ	λ	φ
März 5 18h11m2	305°48'	91°40'	326°58'	+32°43'
18 40	306 2	91 0	333 59	32 10
19 20	307 6	89 36	342 54	32 0
20 0	309 2	88 0	350 58	32 33
20 40	311 45	86 19	358 15	+33 47
21 20	315 5	84 41	4 55	+35 40
30			6 31	36 14
40			8 5	36 50
50			9 38	37 28
22 0	318 50	83 18	11 10	38 8
10			12 42	38 50
20			14 13	39 33
30			15 44	+40 18

t	*T*	*ψ*	λ	φ
März 5 22ʰ40ᵐ	322°46'	82°22'	17°14'	+41° 4'
50			18 45	41 51
23 0			20 17	42 40
10			21 48	43 29
20	326 39	81 57	23 21	44 20
30			24 55	45 11
40			26 30	46 2
50			28 6	46 54
März 6 0 0	330 16	82 5	29 44	47 46
10			31 24	48 38
20			33 5	49 30
30			34 49	50 22
40	333 26	82 36	36 34	51 13
50			38 22	52 3
1 0			40 12	52 52
10			42 3	53 42
20	336 3	83 24	43 57	+54 30
2 0	338 5	84 20	51 55	+57 31
2 40	339 34	85 16	60 2	60 10
3 20	340 35	86 10	69 25	62 25
4 0	341 13	86 59	78 47	64 15
4 40	341 32	87 42	88 29	65 42
5 14·3	341 35	88 44	96 59	+66 37

Nach diesen Daten steigt die Sonne südlich von den Azoren ringförmig verfinstert aus dem atlantischen Ocean empor; dann zieht die Zone der ringförmigen Verfinsterung über Madeira hinweg nach dem Nordwesten Afrika's, wo Fez und Constantine innerhalb derselben, Marocco und Tunis etwas südlich, Algier sehr wenig nördlich von ihr liegen. Von hier aus bewegt sich diese Zone, mit ihrem Nordrande Sardinien streifend, nach Süditalien, wo Neapel gerade an deren Nordgrenze sich befindet, und von anderen bekannteren Orten noch Salerno, Benevent, Bari, Foggia und Barletta die Sonne ringförmig verfinstert erblicken. Hierauf gelangt der Vollschatten an der dalmatinischen Küste, wo er Ragusa und Cattaro einhüllt, das erste Mal auf österreichischen Boden, und tritt, nachdem er Serbien durchstrichen, bei Orsowa abermals auf denselben über, um den ganzen Südosten Siebenbürgens zu bedecken. Dann wendet er sich, über Jassy nach

Rußland fortziehend, rasch nach Norden und läuft, ohne irgend eine bedeutende Stadt zu treffen, zwischen Moskau und Kazan hindurch auf Sibirien zu, wo er jenseits des Jenisei hart an der nördlichen Polarzone die Erde verläßt.

Am besten eignen sich zur Beobachtung dieser Finsterniß Italien, Dalmatien und Siebenbürgen, wo die Breite des Ringes eine sehr mäßige ist (21″) und die Ringförmigkeit bei ziemlich günstigem Sonnenstande nahe 2 Minuten dauert.

Da diese Finsterniß zu den bedeutendsten gehört, die Europa in diesem Jahrhunderte noch sehen wird, indem nur mehr die Finsternisse der Jahre 1870 und 1887 für unseren Continent an Größe mit derselben wetteifern können, habe ich auch den Weg berechnet, den die 9-, 10- und 11zöllige Finsterniß nehmen wird, so weit er Europa berührt. Die hierzu nöthigen Constanten lauten, für März 5·90:

Zoll	u'	log sin f	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α
9 nördlich	+0·13237	n7·38793	—17°39'3	9·48912	9·97685
10 „	+0·08527	n7·49528	—17 32·6	9·48880	9·97659
11 „	+0·03817	n7·59252	—17 24·2	9·48847	9·97656
11 südlich	+0·03817	n7·59252	—18 46·6	9·49187	9·97691
10 „	+0·08527	n7·49528	—18 38·4	9·49152	9·97688
9 „	+0·13237	n7·38793	—18 31·1	9·49126	9·97662

und wie früher:

$$K+\Delta\alpha' = +91^\circ 46\cdot 2$$
$$\log\sin k = 9\cdot 98060$$
$$\log\beta = 0\cdot 90800.$$

I. Nördliche Grenzcurve der Phase von 9 Zoll.

t	T	ψ	λ	φ
März 5 20h 0m	314°37'	88°32'	345°23'	+47°45'
20 40	317 5	87 20	352 55	49 14
21 20	320 3	86 18	359 56	51 29
22 0	323 17	85 36	6 43	54 27
22 40	326 29	85 18	13 31	57 59
23 20	329 23	85 26	20 37	+61 54

2. Nördliche Grenzcurve der Phase von 10 Zoll.

t	*T*	*ψ*	*λ*	*φ*
März 5 $20^h\ 0^m$	312°24'	88°19'	347°36'	+41°58'
20 40	314 59	86 56	355 1	43 19
21 20	318 7	85 40	1 53	45 23
22 0	321 35	84 42	8 25	48 4
22 40	325 5	84 9	14 55	51 16
23 20	328 24	84 4	21 36	54 48
März 6 0 0	331 19	84 23	28 41	58 31
0 40	333 39	84 58	36 21	62 8
1 20	335 23	85 41	44 37	+65 30

3. Nördliche Grenzcurve der Phase von 11 Zoll.

t	*T*	*ψ*	*λ*	*φ*
März 5 $20^h\ 0^m$	310°36'	88° 9'	349°24'	+37° 2'
20 40	313 15	86 36	356 45	38 18
21 20	316 30	85 8	3 30	40 16
22 0	320 6	83 57	9 54	42 49
22 40	323 52	83 12	16 8	45 51
23 20	327 30	82 56	22 30	49 13
März 6 0 0	330 48	83 9	29 12	52 46
0 40	333 36	83 43	36 24	56 16
1 20	335 49	84 28	44 11	+59 35

4. Südliche Grenzcurve der Phase von 11 Zoll.

t	*T*	*ψ*	*λ*	*φ*
März 5 $21^h 20^m$	314° 9'	264°35'	5°51'	+32°36'
22 0	317 57	263 2	12 3	34 57
22 40	321 59	261 54	18 1	37 47
23 20	326 1	261 19	23 59	40 59
März 6 0 0	329 50	261 20	30 10	44 23
0 40	333 14	261 49	36 46	47 50
1 20	336 6	262 37	43 54	+51 10

5. Südliche Grenzcurve der Phase von 19 Zoll.

t	T	ψ	λ	φ
März 5 22ʰ40ᵐ	330°58'	261°14'	19° 2'	+33°46'
23 20	325 11	260 32	24 49	36 54
März 6 0 0	329 13	260 26	30 47	40 13
0 40	332 53	260 53	37 7	+43 37

6. Südliche Grenzcurve der Phase von 9 Zoll.

t	T	ψ	λ	φ
März 6 0ʰ 0ᵐ	329°34'	259°39'	31°26'	+37°32'
0 40	332 28	260 3	36 31	+39 49

Diese Curven habe ich, um einen Überblick über den Verlauf der Finsterniß zu gewinnen, auf der beiliegenden Karte von Europa eingetragen, und auf derselben auch jene Linien verzeichnet, welche den Ort der größten Phase von Stunde zu Stunde mittlerer Ortszeit repräsentiren. Man ist dadurch in den Stand gesetzt, von der Karte mit leichter Mühe für jeden beliebigen Ort Mitteleuropa's, nicht nur die Größe der größten Verfinsterung, sondern auch auf etwa 2—3 Minuten genau, die mittlere Zeit, wenn dieselbe eintritt, abzunehmen. Die Zone der ringförmigen Verfinsterung ist durch Schraffirung hervorgehoben, in derselben jedoch die Linie der centralen Finsterniß nicht eigens angegeben, da sie für den Maßstab der Karte noch genau durch die Mitte der Zone verläuft. Die übrigen auf die Finsterniß Bezug habenden Bezeichnungen auf der Karte erklären sich von selbst. Für Wien endlich sind nach einer schärferen Berechnung die Hauptmomente der Finsterniß die folgenden:

Anfang der Finsterniß März 5 21ʰ32ᵐ4 mittl. Wien. Zeit.
Positionswinkel des Berührungspunktes 268°7.
Größte Phase März 5 22ʰ56ᵐ1 mittl. Wien. Zeit.
Größe 10·61 Zoll.
Ende der Finsterniß März 6 0ʰ23ᵐ5 mittl. Wien. Zeit.
Positionswinkel des Austrittspunktes 69°5.
Dauer der Finsterniß 2ʰ51ᵐ1.

Die Positionswinkel sind von dem durch die Sonne gehenden Verticalkreise von Nord über Ost gezählt.

II. Totale Sonnenfinsterniss August 28. und 29. 1867.

Mondephemeride.

1867		☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
August	28·95 mittl. Z. Greenw.	154°19'18"0	−0°54'52"6	0°59'36"4
„	29·00	155 2 23·4	0 50 57·2	59 34·8
„	29·05	155 45 25·6	0 47 1·5	59 33·2
„	29·10	156 28 25·3	0 43 5·6	59 31·6
„	29·15	157 11 22·5	−0 39 9·4	59 29·9

Sonnenephemeride.

1867		Länge der ☉	Sch. AR d. ☉	Sch. Decl. d. ☉
August	28·95 mittl. Z. Greenw.	155°35'31"7	157°23'54"2	+9°27'59"4
„	20·00	38 25·9	26 38·4	26 55·4
„	29·05	41 20·1	29 22·6	25 51·4
„	29·10	44 14·2	32 6·7	24 47·3
„	29·15	47 8·4	34 50·9	23 43·3

1867		mittl. AR. d. ☉	Zeitgleichung	log. Rad. vect.
August	28·95 mittl. Z. Greenw.	157°10'28"6	−0°13'25·8	0·0041038
„	29·05	16 23·4	12 59·4	0·0040937
„	29·15	22 18·2	12 32·9	0·0040836

und für August 29·05 mittl. Z. Greenw.

Sonnenbreite −0"05.
Sonnenparallaxe 8·86.
Schiefe der Ekliptik 23°27'14"83.

1867		P	Q	ln	N
August	28·95	−1·281591	−0·922950	9·752317	84°26'43"2
„	29·00	−0·606390	−0·857352	9·752341	26 22·9
„	29·05	+0·068874	−0·791614	9·752340	26 5.1
„	29·10	+0·744086	−0·725760	9·752315	25 46·2
„	29·15	+1·419132	−0·659761	9·752266	25 21·7

1867		h_0	N'	γ	μ
August	28·95	−21°33'29"8	106°0'15"3	−0·794563	+17°9977
„	29·00	33 56·8	0 21·0	0·794561	17·9998
„	29·05	34 23·6	0 29·0	0·794561	18·0016
„	29·10	34 50·6	0 36·2	0·794560	18·0035
„	29·15	35 17·4	0 37·5	−0·794559	+18·0060

1867	für äußere Beobachtungen		für innere Berührungen	
	log sin f	u'	log sin f	u'
August 28·95	7·666677	+0·540618	$_n$7·664473	+0·006651
„ 29·00		+0·540796		+0·006474
„ 29·05	7·666687	+0·540939	$_n$7·664483	+0·006332
„ 29·10		+0·541045		+0·006226
„ 29·15	7·666698	+0·541121	$_n$7·664494	+0·006150

1867	$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
August 28·95	—13'73	— 3'39	—2'26
„ 29·05	— 2·01	— 6·69	—0·33
„ 29·15	+ 9·69	—10·02	+1·58

1. Äussere Berührungspunkte des Vollschattens.

Anfang der totalen Finsterniß	Ende der totalen Finsterniß
$W = 232°18'$	$W = 307°35'$
$\psi = 127\ 36$	$\psi = 52\ 29$
$\lambda = 274\ 13$	$\lambda = 35\ 9$
$\varphi = -35\ 59$	$\varphi = -66\ 57$
$t = 18^h 23^m 5$	$t = 4^h 37^m 7$
$T = 0\ 6·6$	$T = 2\ 17·1$

Dauer der totalen Finsterniß $2^h 10^m 4$.

2. Zone der Totalität.

Die zur Erleichterung der Berechnung der einzelnen Punkte der Centrallinie eingeführten Hilfsgrößen haben die folgenden Werthe:

	August 28·95	August 29·15
log d	9·99858	9·99859
le	9·99869	9·99870
le'	9·99989	9·99989
D	+9°29'9	+9°25'8
ν	+3·0	+3·0
ν'	—2·9	—2·9
log sin k	9·98331	9·98330
$K+\Delta\alpha'$	92°41'8	92°41'4
log β	$_n$0·85681	$_n$0·85711
log sin g	9·50218	9·50159
$G+\Delta\alpha'$	150°9'8	150°21'6
log α	9·97544	9·97549

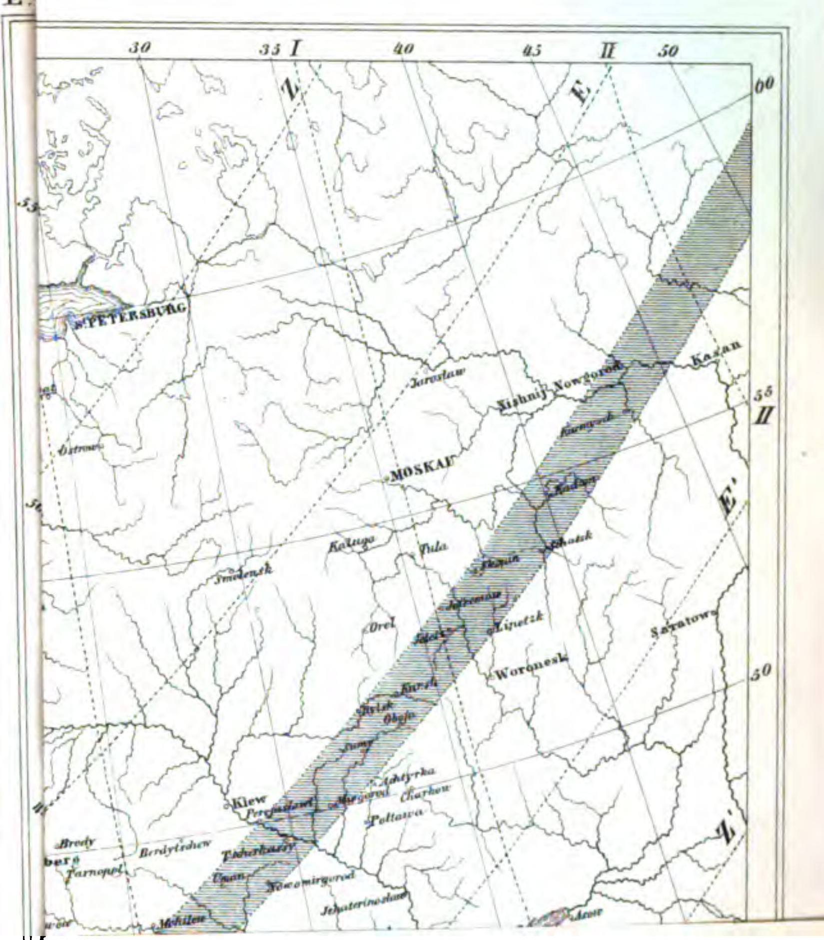
Centrallinie der Finsterniss.

t		*T*	λ	φ
August 28	$18^h 25^m 3$	1°57'	274°22'	—36°25'
	18 40	1 59	278 1	35 49
	19 20	2 42	287 18	34 43
	20 0	4 17	295 43	34 21
	20 40	6 39	303 21	34 45
	21 20	9 40	310 21	35 53
	22 0	13 7	316 53	37 45
	22 40	16 50	323 10	40 14
	23 20	20 33	329 27	43 15
August 29	0 0	24 3	335 57	46 40
	0 40	27 7	342 53	50 17
	1 20	29 37	350 23	53 55
	2 0	31 30	358 30	57 24
	2 40	32 48	7 13	60 35
	3 20	33 34	16 26	63 21
	4 0	33 55	26 5	65 41
	4 33·3	34 0	34 20	—67 17

Ortszeit	Dauer der Totalität	Überschuß des ☾ Halbmessers	Höhe des Sonnencentrums	Richtung der Bewegung der Schattenachse	*d*λ	*d*φ
$18^h 40^m$	$1^m 32^s$	23"8	2°43'	83°8	+13' —	+39' —
19 20	1 48	26·2	10 41	86·9	+14 —	+42 —
20 0	2 5	28·4	18 23	90·1	+14 —	+45 —
20 40	2 22	30·2	25 21	93·2	+14 —	+48 —
21 20	2 37	31·7	31 6	96·3	+14 —	+51 —
22 0	2 47	32·6	35 8	99·2	+13 —	+53 —
22 40	2 51	32·9	37 1	101·8	+12 —	+55 —
23 20	2 50	32·7	36 33	104·1	+ 9 —	+57 —
0 0	2 42	32·0	33 56	106·0	+ 6 —	+57 —
0 40	2 30	30·8	29 41	107·4	+ 2 —	+56 —
1 20	2 17	29·4	24 28	108·2	— 2 +	+55 —
2 0	2 3	27·8	18 51	108·5	— 6 +	+52 —
2 40	1 51	26·2	13 17	108·2	— 9 +	+49 —
3 20	1 39	24·6	8 3	107·3	—11 +	+45 —
4 0	1 30	23·3	3 19	105·9	—12 +	+42 —

Von den Angaben dieser tabellarischen Zusammenstellung bedürfen mit Rücksicht auf das bei der Finsterniß vom 6. März Gesagte wohl nur die zwei letzten mit $d\lambda$ und $d\varphi$ überschriebenen Columnen einer Erklärung. Ich habe nämlich bei dieser Finsterniß nur die Centrallinie scharf berechnet, da der Kernschatten außer im ersten Theile seines Laufes nirgends bewohnbare Gegenden trifft, und mir zur Ermittlung der Grenzcurven der Totalität Differentialformeln entwickelt, deren Mittheilung ich auf den zweiten Theil dieser Abhandlung verschiebe, um dort den Zusammenhang nicht zu zerreißen. Hier sind nun $d\lambda$ und $d\varphi$ so zu verstehen, daß man die nördliche Grenzcurve der Tatalität erhält, wenn man sie mit dem linksstehenden Zeichen an die correspondirenden Längen und Breiten der Centrallinie anbringt, hingegen die südliche, wenn es mit den rechtsstehenden Zeichen geschieht.

Den oben mitgetheilten Rechnungen zufolge berührt der Kernschatten die Erdoberfläche im stillen Ocean, durchschneidet dann Chile und einige andere Länder der argentinischen Conföderation, wendet sich hierauf südlich und verliert sich in den atlantischen Ocean und das antarktische Meer, in welchem letzteren die Finsterniß schließt. Auf der Ostseite Südamerika's liegen von bekannteren Orten Montevideo und Buenos-Ayres nicht nur innerhalb der Zone der totalen Finsterniß, sondern sogar der Centrallinie sehr nahe, so daß sie die Sonne durch etwa $2\,{}^1/_2$ Minuten total verfinstert erblicken werden. Im Innern und an der Westseite von Südamerika befindet sich keine größere Ortschaft innerhalb des Bereiches des Vollschattens; doch sind St. Jago de Chile und Valparaiso nur eine kurze Strecke nördlich von demselben entfernt, werden daher noch immer eine sehr große Finsterniß sehen. Um alle diese Verhältnisse besser überblicken zu können, habe ich den Weg des Kernschattens durch Südamerika auf der beiliegenden Karte dieses Landes aufgetragen und in ihr den Fortschritt der totalen Verfinsterung von 30 zu 30 Minuten m i t t l e r e r O r t s z e i t ersichtlich gemacht.

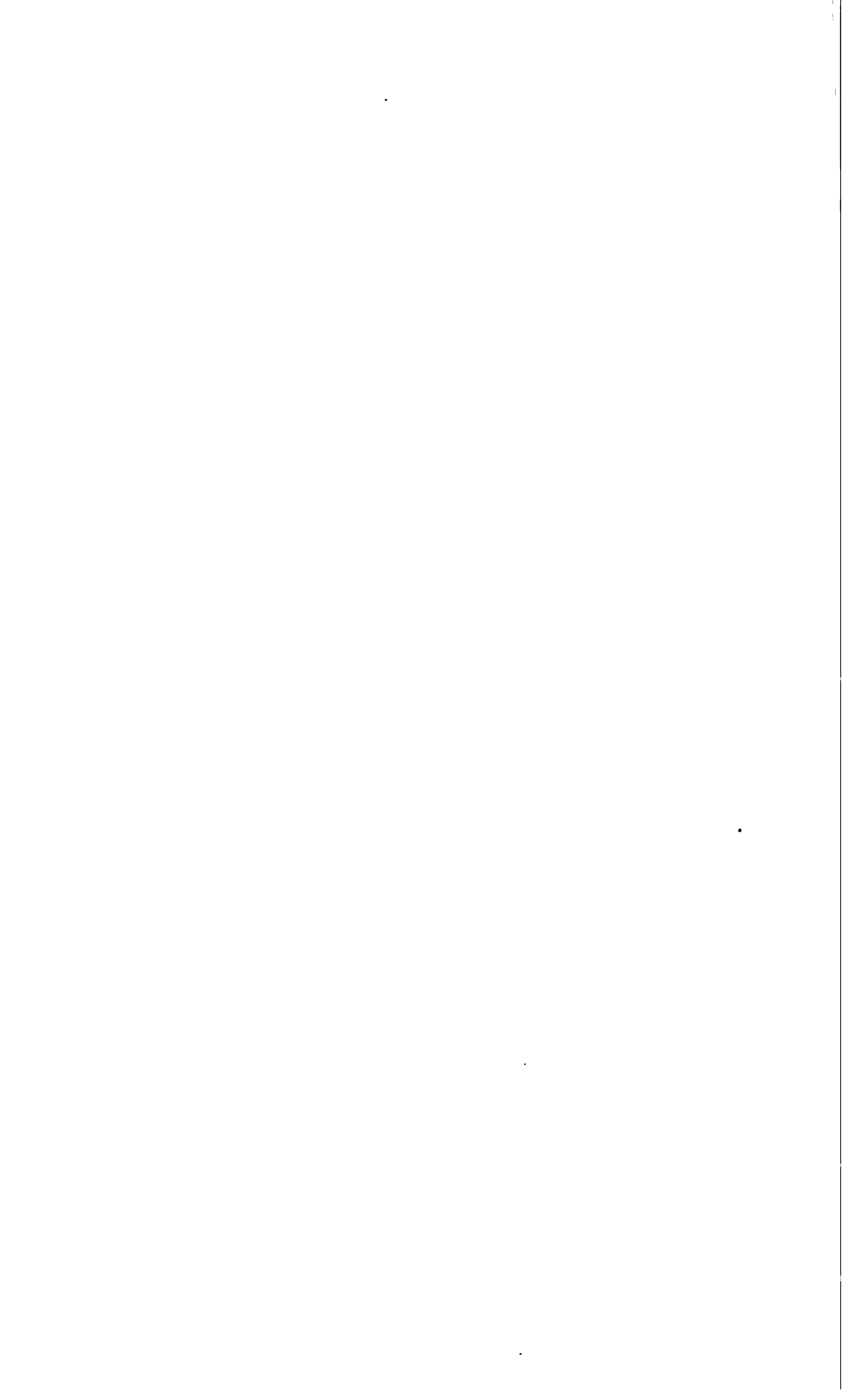


30
35
I
40
45
II
50
60
55
50
Z
E
E'
Z'
II
St. PETERSBURG
Ostrow
Jaroslaw
Nishnij Nowgorod
Kasan
MOSKAU
Kaluga
Tula
Smolensk
Orel
Lipetzk
Woronesk
Saratow
Ashtyrka
Charkow
Poltawa
Kiew
Bredy
Berdytschew
Tarnopol
Nowomirgorod
Jekaterinoslaw
Mohilew
Azow



KARTE
der Totalitätszone der
SONNENFINSTERNISS
am 28. August 1867
in Südamerika
entworfen von
Dr. Ed. Weifs.

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Die jedem Fachmanne bekannten, bei der raschen Entwickelung der Wissenschaft von Jahr zu Jahr sich steigernden Unzukömmlichkeiten, welche mit der cumulativen Herausgabe von Abhandlungen verbunden sind, die sich auf sämmtliche naturwissenschaftliche Fächer beziehen, haben die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bestimmt, ihre Sitzungsberichte in zwei gesonderten Abtheilungen erscheinen zu lassen.

Die **erste Abtheilung** enthält die Abhandlungen aus der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie; die **zweite Abtheilung** die aus der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

Von jeder dieser Abtheilungen erscheint jeden Monat mit Ausnahme von August und September ein Heft, welches drei Sitzungen umfasst. Der Jahrgang enthält somit zehn Hefte.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine vollständige Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen voran, selbst wenn diese nicht zur Aufnahme in die Schriften der Akademie bestimmt werden.

Der Preis des Jahrganges beträgt für eine Abtheilung 12 Gulden ö. W.

Von allen grösseren Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und sind durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn zu beziehen.





